سلسلۂ نصاب تعلیم جامعۂ عثمانیہ

طبیعیات

مقناطیسیت

ترجمہ ٹکسٹ بک آف فزکس مصنفہ جے ڈنکن و یس۔ جی۔ سٹارلنگ

مع ترمیم و اضافہ

برائے بی۔ اے

از

مولوی محمد عبد الرحمن خان صاحب بی۔ یس۔ سی آنرز (لندن)

اسوشئیٹ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن) فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی آف لندن

فیلو آف دی مدراس یونیورسٹی

پروفیسر فزکس (طبیعیات) نظام کالج

۱۳۴۳ھ ۱۳۳۳ف ۱۹۲۴ء

دار الطبع جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی حیدرآباد دکن

یہ کتاب از صفحہ ۱ تا صفحہ ۱۴۷ مسرز میکملن کمپنی کی اجازت سے
جنکو حق اشاعت حاصل ہے اُردو میں ترجمہ
کرکے طبع کی گئی ہے

تمہید منجانب مترجم

یہ کتاب ڈنکن اور سٹارلنگ کی ٹکسٹ بک آف فزکس کے حصۂ پنجم کے پہلے چار بابوں کا ترجمہ ہے جو مقناطیسیت پر لکھے گئے ہیں۔ بقیہ حصہ تکمیل نصاب بی۔اے کی غرض سے مترجم نے اپنی طرف سے اضافہ کیا ہے۔ اور اس کی ذمہ داری مترجم ہی پر عاید ہوتی ہے۔ اصل کتاب میں محض ابتدائی مسائل بیان ہوئے ہیں اور ان کی تحقیق و تنقید میں زیادہ تر تجربوں ہی سے مدد لی گئی ہے۔ واضح ہو کہ انگریزی ٹکسٹ فی الحقیقت انگریزی یونیورسٹیوں کے سال اول کے طلباء کے لئے لکھی گئی ہے۔ لیکن سال دوم کے طلباء بھی اس سے استفادہ کر سکتے ہیں۔ بی۔اے کی جماعتوں کے موزوں بنانے کے لئے مزید اور زیادہ دقیق مضامین کی ضرورت ہے۔ مترجم نے اس لئے مقناطیسی قوۃ اور میدان اور زمین کی مقناطیسیت پر زیادہ شرح و بسط کیساتھ بحث کی ہے جیساکہ فہرست مضامین کے ملاحظہ سے واضح ہوگا۔ کہیں کہیں حسب ضرورت احصائے تفرقات سے مدد لی ہے۔ لیکن حتی الامکان معمولی ابتدائی ریاضی ہی سے کام لیا ہے تاکہ طلباء کی توجہ مقناطیسیت کے طبیعی پہلوؤں پر زیادہ مبذول رہے۔ طوالت کے خوف سے اس بات کی بھی کوشش کی گئی ہے کہ مضمون حتی الوسع مختصر ہو۔ لیکن اختصار ایسا نہیں ہے کہ مبتدی کو حل مطالب میں غیر معمولی دقت پیش آئے۔ مضامین کی ترتیب سر جوزف جے ٹامسن کی مستند و مشہور کتاب مقناطیسیت و برق کے مشابہ ہے۔ لیکن طرز بیان جدا گانہ ہے اس لئے کہ ان مضامین کا بیشتر حصہ طبیعیات کے طلباء کیلئے لکھا گیا ہے نہ کہ ریاضی کے طلباء کے لئے۔ فقط

محمد عبد الرحمن خان

فہرست مضامین

پہلا باب

تیسرا باب

چوتھا باب

زائد مضمون منجانب مترجم

پہلا باب

دوسرا باب

پہلا باب

مقناطیسیت

چمبک پتھر - زمانہ قدیم سے عوام الناس اِس معدنی پتھر کے خواص سے واقف ہیں جو ابتداءً ایشیائے کوچک میں میگنیشیا کے قریب دستیاب ہوتا تھا۔ خواص یہ ہیں کہ اِس پتھر کے ریزے جب اس کے قریب ہوتے ہیں تو وہ ان کو اپنی طرف کھینچکر پکڑ لیتا ہے، اور جب اسکو لٹکاتے ہیں تو ایک خاص وضع اختیار کرتا ہے - اِس معدنی کا موجودہ نام میگنٹائیٹ ہے اور کیمیائی حیثیت سے وہ لوہے کا ایک مخصوص آکسائیڈ ہے - اگر میگنٹائیٹ (یا اُردو مقناطیت) کا ایک ٹکڑا لوہچوں میں ڈبویا جائے تو معلوم ہوگا کہ لوہچوں اِسکے بعض حصّوں سے خصوصیت کے ساتھ چمٹ جاتا ہے - بالعموم اِس کے دو مقاموں پر لوہچون بہ نسبت اور مقاموں کے بہت زیادہ چمٹ جاتا ہے - مقناطیت کا ایک ٹکڑا اگر تانبے یا کاغذ کی رکاب میں ریشم کے تار سے لٹکا کر کسی ایک وضع میں چھوڑ دیا جائے تو وہ بالعموم اس وضع سے ہٹکر ایسی وضع اختیار کریگا جس میں اس کے وہ سرے جہاں لوہچوں سب سے زیادہ مقدار میں چمٹتا ہے تقریباً شمال وجنوب

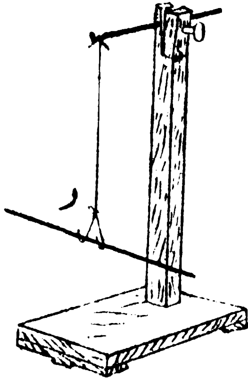
کی طرف رخ کرتے ہیں۔

مقناطیس - مقناطیت کی ایک اور اہم خاصیت یہ ہے کہ وہ اپنے خواص فولاد کے ٹکڑوں میں منتقل کرسکتا ہے۔ چنانچہ اگر مقناطیت کا ایک ایسا سرا جہاں لوہچوں زیادہ مقدار میں جمع ہوتا ہے کشیدہ کاڑھنے کی فولادی سوئی کے ایک سرے پر رکھ کر بتدریج دوسرے سرے تک پھیرا جائے تو امتحان کرنے سے معلوم ہوگا کہ اب سوئی بھی لوہچون کو جذب کرنے لگتی ہے اور جب اس کو لٹکاتے ہیں تو تقریباً شمال جنوب کی سمت میں آکر ٹھہرتی ہے۔ اگر مقناطیت کا ایک ہی سرا سوئی پر سے ایک ہی سمت میں کئی بار پھیرا جائے تو سوئی کی اس نئی خاصیت میں بہت ترقی پائی جائیگی۔

ایسی سوئی مقناطیس کہلاتی ہے۔ اندنوں مقناطیس فولادی سلاخوں سے بنائے جاتے ہیں اور وہ اس سوئی سے بدرجہا زائد طاقتور ہوتے ہیں۔ ان کی تیاری کا طریقہ آگے چلکر بیان ہوگا۔ اگرچہ وہ مقناطیسی سوئی سے بہت زیادہ طاقتور ہوتے ہیں ان کی اصلی خصوصیات میں کوئی فرق نہیں۔ زیادہ طاقتور ہونے کی وجہ سے سلاخی مقناطیس ہی عموماً تجربوں میں استعمال ہوتے ہیں۔

تجربہ (۱) سوئی کا مقناؤ - ایک نئی کشیدہ کاڑھنے کی سوئی کو لوہچون میں ڈبو کر دیکھو اس پر لوہچوں نہیں جمتا ہے۔ پھر اس کو ایک باریک (تانبے یا پیتل کے) تار کی رکاب (د) میں شکل (۱) کی طرح رکھ کر ابریشم کے

الکھیرے ریشہ کے ذریعہ لٹکاؤ۔ تمہیں معلوم ہوگا کہ سوئی کسی بھی وضع میں ٹھیر جاتی ہے۔ اب اس کو اُٹھا لو اور سلاخی مقناطیس کا ایک سِرا اس کے ایک سرے پر رکھ کر دوسرے سرے تک لیجاؤ اس طرح دو تین بار عمل کرکے سوئی کو مکرر لوہچون میں ڈبو کر دیکھو۔ اب لوہچون اس کے سروں سے چمٹ جائیگا لیکن اس کا وسطی حصہ خالی رہیگا۔ سوئی کو پونچھ کر رکاب میں رکھو تو معلوم ہوگا کہ وہ صرف ایک وضع یعنے شمال جنوب کی سمت میں آکر ٹھہرتی ہے۔



شکل (۱)
معلق مقناطی ہوئی سوئی

مقناطیسی قطب ۔ سلاخی مقناطیس کو جب لوہچون میں ڈبوتے ہیں تو وہ سب سے زیادہ مقدار میں مقناطیس کے سروں اور ان کے قرب و جوار کے حصوں سے چمٹ جاتا ہے۔ ان مقاموں کو مقناطیسی قطب کہتے ہیں۔ مقناطیس کے اُس سرے پر جو شمال کی طرف رُخ کرتا ہے کاغذ کا ٹکرا چسپاں کرکے نشان کردیا جائے تو معلوم ہوجائیگا کہ مقناطیس کو جب لٹکاتے ہیں تو یہ سِرا ہمیشہ شمال کی طرف رُخ کرتا ہے۔ دوسرے سرے کو اس طرف پھیر کر رکھا جائے تو مقناطیس (جبکہ وہ معلق ہوتا ہے) پھر کر پہلی وضع میں آجاتا ہے۔ پس اس سے ظاہر ہے کہ مقناطیس کا ایک قطب تقریباً

شمال کی طرف رُخ کرتا ہے، اِس لئے اس کو شمال نما یا مختصراً شمالی (ش) سرا کہتے ہیں۔اور دوسرا قطب تقریباً جنوب کی طرف رُخ کرتا ہے، اِس لئے اس کو جنوب نما یا مختصراً جنوبی (ج) سرا کہتے ہیں۔

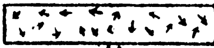
قطبوں کے مابَین قوت۔ مقناطیسی قطب ہمیشہ ایک دوسرے پر قوت کرتے رہتے ہیں۔کسی بھی دو قطبوں کی باہمی قوت ان کے درمیانی فصل کے تابع ہوتی ہے۔جوں جوں قطب قریب تر ہوتے ہیں یہ قوت بڑھتی جاتی ہے۔ لیکن یہ بات بالکلیہ صحیح ہے کہ ش قطب ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں اور اسی طرح ج قطب بھی ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔لیکن ایک ش قطب دوسرے ج کو جذب کرتا ہے اور ج قطب ش قطب کو جذب کرتا ہے یعنے مشابہ قطبوں کے مابَین قوت دفع عمل کرتی ہے اور غیر مشابہ قطبوں کے مابَین قوت جذب۔

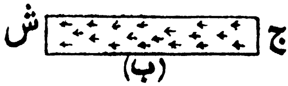
تجربہ (۲)۔قطبوں کے مابین عمل کرنیوالی قوتیں۔ دو کشیدہ کاڑھنے کی سوئیوں کو مقناؤ اور ان کو یکے بعد دیگرے شکل (۱) کی طرح رکاب میں رکھ کر لٹکاؤ۔جو سرا شمال کی طرف رخ کرے اس پر کاغذ لگا کر نشان کردو۔اسکے بعد ایک سوئی کو رکاب میں رکھ کر دوسری سوئی کے

ایک قطب کو بالترتیب معلق سوئی کے ایک ایک قطب
کے نزدیک لیجاؤ۔ اس سے معلوم ہوجائیگا کہ مشابہ قطب ایک
دوسرے کو دفع کرتے ہیں اور غیر مشابہ قطب ایک دوسرے کو
جذب کرتے ہیں۔

مقناطیسیت کا سالمی نظریہ - ابتداءً ان مقناطیسی خواص
کی توجیہہ کے لئے بہتیرے نظریئے تجویز ہوئے تھے۔ لیکن یہ سب
وقتاً فوقتاً ناقص ٹھیرے۔ اسوقت صرف ایک نظریہ کو جو ویبر کے
نام سے موسوم ہے ضروری ترمیم و اصلاح کے بعد عام مقبولیت
حاصل ہے۔ بموجب اس نظریہ کے جو کوئی شئے مقنائی جاسکتی
ہے چھوٹے چھوٹے اجزاء پر مشتمل ہے جو خود مقناطیس ہیں۔
شئے کے مقنانے سے پہلے ان اجزاء کی (جو بعض اوقات سالمی
مقناطیس کہلاتے ہیں) کوئی خاص وضع نہیں ہوتی ہے،
بلکہ وہ ہر ممکن سمت میں بلا خصوصیت واقع ہوتے ہیں۔ جب
ان کو مقناتے ہیں تو اس عمل سے ان کی وضعیں بالعموم ایک
خاص سمت (مقنانے کی سمت) اختیار کرلیتی ہیں۔ شکل (۲)
ز میں نہ مقنائے ہوئے ایک لوہے کی سلاخ کو قطع کرکے
اس کے اجزاء کی کیفیت بتائی گئی ہے۔ چھوٹے تیرنما
خطوط جو کھینچے گئے ہیں سالمی مقناطیسوں کی تعبیر کرتے ہیں۔
ان کے پیکانوں سے مقصود شمالی قطب کا اظہار ہے اور
دوسرے سروں سے جنوبی قطبیت۔ شکل (۲) (ب) میں
اسی سلاخ کی مقنانے کے بعد کی کیفیت بتائی گئی ہے۔
اس کے معائنہ سے ظاہر ہوگا کہ اب مادّے کے اندر
ایک سالمی مقناطیس کا ش قطب اس کے بازو کے سالمی
مقناطیس کے ج قطب کے بالکل محاذی ہے، لیکن سلاخ

کے سروں پر ایک طرف تمام شمالی قطب واقع ہیں اور دوسرے طرف جنوبی قطب۔ اس سے یہ بھی معلوم ہوجاتا ہے کہ مقناطیس کے قطب اس کے سروں کے پاس کیوں واقع ہوتے ہیں اور وسطی حصہ پر نہیں ہوتے۔


(ا)



(ب)

شکل (۲)

اگرچہ یہاں الفاظ مقناطیسی مقناذ سالمہ یا سالمی مقناطیس استعمال ہوئے ہیں لیکن ان سے کیمیائی سالمات یا جواہر مراد نہیں۔ فی الحقیقت اس ابتدائی تفہیم میں ان کی اصلی حقیقت سے بحث بے موقعہ ہوگی۔ ان سے سردست صرف نہایت چھوٹے اجزاء مقصود ہیں جن کا ایک سرا ش قطب ہے اور دوسرا ج قطب۔ اور ان میں یہ خاصیت فرض کی گئی ہے کہ بیرونی مقناطیس انکو جس کسی سمت میں پھیر کر لانا چاہئیں وہ آزادی کے ساتھ اس سمت میں آسکتے ہیں۔

تجربہ (۳)۔ قطب جو سوئی کو مقنانے سے پیدا ہوتے ہیں۔ کشیدہ کاڑھنے کی سوئی کے ایک سرے پر نشان لگاکر ایک سلاخی مقناطیس کا ش قطب اس کے دوسرے سرے پر رکھو اور اس کو آہستہ آہستہ کئی بار سوئی پر سے اس کے نشان کئے ہوئے سرے تک لیجاؤ۔ اس کے بعد سوئی کو لٹکا کر دیکھو تو معلوم ہوگا کہ اس کا وہ سرا جو نشان سے معرا ہے شمال کی طرف رخ کرتا ہے۔ پھر یہی عمل سلاخی مقناطیس کے ج قطب کے ساتھ دوہراؤ

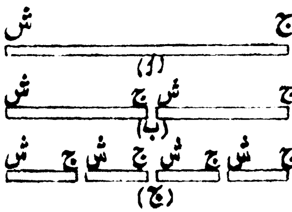
اب سوئی کا نشان والا سرا شمال کی طرف رخ کریگا۔ بجائے اس کے کہ سوئی کے نشان لگے ہوئے سرے پر سلاخی مقناطیس کے قطب کا تماس ختم کیا جائے اب سوئی کے اِس سرے سے تماس شروع کرکے اس کے دوسرے سرے پر ختم کرو اور دیکھو سوئی کا کون سا سرا شمال کی طرف پھرتا ہے۔ ان مشاہدات سے یہ نتیجہ مستنبط ہوگا کہ سوئی کے جس سرے پر مقناطیس کا عامل قطب اپنا عمل ختم کرتا ہے ہمیشہ اس کی قطبیت عامل قطب کے مخالف ہوتی ہے۔

سالمی نظریہ کی تائید میں ثبوت۔ اس آخری تجربہ کے نتائج کی توجیہ آسانی سے ہوسکتی ہے اگر مقناؤ کا سالمی نظریہ فرض کرلیا جائے۔ شکل (۲) پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ لوہے کی سلاخ کو اگر مثلاً بائیں طرف سے سیدھے طرف سلاخی مقناطیس کے ش قطب سے رگڑا جائے تو سالمی مقناطیسوں کے ج قطب اِس سلاخی مقناطیس کے ش قطب کی طرف پھر جائینگے اور چونکہ مقناطیس کا یہ قطب لوہے کی سلاخ کے سیدھے جانب کے سرے پر پہنچکر اس سے علٰحدہ ہوتا ہے لوہے کا یہ سرا ج قطبیت اختیار کریگا۔

اگر مقناطیس کو بیچ میں سے توڑ دیا جائے تو جو تازہ سرے پیدا ہوتے ہیں وہاں شکل (۳) (ب) کی طرح دو نئے قطب نمودار ہونگے۔ اسی نظریہ کے بموجب اِس کا سمجھانا آسان ہے۔ اس لئے کہ مقناطیس کو توڑنے سے تراش کے بائیں جانب ج قطبوں کا ایک دستہ اجو پہلے

مقناطیس کے اندر چھپا ہوا تھا) سامنے کو آجاتا ہے، اور تراش کے داہنے جانب ان کے مساوی شق قطبوں کا ایک دوسرا دستہ نمودار ہوتا ہے۔ اسی طرح مقناطیس کو اور چھوٹے ٹکڑوں میں توڑنے سے مزید قطب پیدا ہوتے ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل (۳) ج۔

شیشے کی ایک امتحانی نلی میں فولاد کے ریزے بھر کر مقناطیس کی مشابہت پیدا کی جاسکتی ہے اگر اس نلی پر سے مقناطیس کا قطب پھیرا جائے اور نلی کو احتیاط سے فولاد کے ریزوں کو ہلائے بغیر کسی معلق مقناطیس کے پاس لیجاکر آزمائیں یا خود اس کو شکل (۱) کی طرح آویزاں کریں تو معلوم ہوجائیگا کہ نلی اب مقناطیس کا سا اثر رکھتی ہے۔ اس کا وہ سرا جہاں مقناطیس کے قطب کا رگڑنا ختم ہوا مقناطیس کے قطب کی مخالف قطبیت بتاتا ہے۔ وجہ یہ ہے کہ فولاد کا ہر ایک ریزہ اب مستقل مقناطیس بن گیا



شکل (۳)
مقناطیس کو توڑنے کا اثر

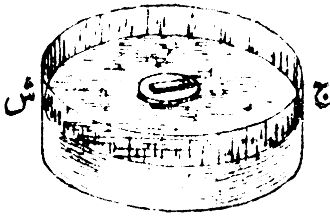
ہے۔ اور سب ریزے سالمی مقناطیسوں کی طرح نلی کی سمت میں ترتیب پاکر مقناطیس کی سی کیفیت پیدا ہوئی ہے۔ اگر نلی کو ہلائیں تو یہ ترتیب ٹوٹ جاتی ہے اور نلی کی مقناطیسیت رفع ہوجاتی ہے۔ یعنے اس کے اندر کے ریزوں میں تو مقناطیسیت باقی رہتی ہے لیکن انکی ترتیب

منقطع ہوتے ہی نلی کے سروں پر قطبیت باقی نہیں رہتی -
اگر نہ برقائی ہوئی فولاد کی سلاخ کا ایک سرا سلاخی مقناطیس کے ایک سرے پر رکھ کر ہتھوڑی سے خفیف سا ٹھونکا جائے تو وہ بالآخر ایک کسیقدر زور دار مستقل مقناطیس بن جائیگا ۔ اگر اس کو مقناطیس کے پاس سے ہٹا کر پھر ٹھونکا جائے تو اب اس کی مقناطیسیت بتدریج زائل ہو جائیگی -پہلی صورت میں سلاخ کو ٹھونکنے سے اس کے سالمی مقناطیس باقاعدہ طور پر ترتیب پا لیتے ہیں - دوسری صورت میں چونکہ سلاخی مقناطیس ان کی ہدایت کے لئے موجود نہیں اس لئے ٹھونکنے سے ان کی وضعیں بگڑ جاتی ہیں -

اونچی تپش پر مقناطیست کا ازالہ -اگر مقنائی ہوئی فولاد کی سوئی ایک کافی لمبے شعلہ کی مشعل میں پکڑ کر ساری کی ساری وقت واحد میں سُرخ گرم کی جائے اور اس کے بعد تقریباً مشرق و مغرب کی سمت میں رکھ کر اس کو ٹھنڈا ہونے دیا جائے - (اس خاص وضع میں رکھنے کی وجہ آگے چلکر معلوم ہوگی)- تو لوہچون میں ڈبو کر دیکھنے سے یا کسی نہ مقنائی ہوئی معلق سوئی کے پاس اس کے سروں کو لیجا کر امتحان کرنے سے معلوم ہو جائیگا کہ اب اس گرم کی ہوئی سوئی میں مقناطیسیت باقی نہیں رہی -

ہر مقناطیس میں شمالی اور جنوبی مقناطیسیت کی مقداریں مساوی ہیں - شاید مقناطیسیت کے سالمی نظریہ کی تائید میں سب سے بڑا ثبوت یہ ہے کہ لوہے یا فولاد کے ہر ٹکڑے میں ش قطب کی مقدار ہمیشہ ج قطب

کی مقدار کے مساوی ہوتی ہے۔ اس لئے کہ مقنانے کے عمل سے لوہے کی سوئی یا سلاخ پر مقناطیسی قطب پیدا نہیں کئے جاتے ہیں بلکہ اس سے لوہے کے سالمی مقناطیسوں کی ایک خاص ترتیب وقوع میں آتی ہے جیسا کہ شکل (۲) میں بتایا گیا ہے۔ قطبوں کی مساوات ثابت کرنے کے لئے شکل (۴) کی طرح لکڑی کے ٹکڑے پر ایک سلاخی مقناطیس رکھ کر پانی پر تیرایا جائے تو ظاہر ہے کہ مقناطیس افقی سطح میں کسی جانب بھی آزادی کے ساتھ حرکت کرسکتا ہے۔ مشاہدہ سے معلوم ہوگا کہ مقناطیس اپنی جگہ پر قائم رہ کر صرف شمال و جنوب کی سمت میں مڑجاتا ہے۔ یعنے وہ زیادہ سے زیادہ محض ایک انتصابی محور پر گھوم کر شمال و جنوب کی طرف رخ کرتا ہے۔ اس کا سارا جسم نہ تو شمال ہی کی طرف حرکت کرتا ہے اور نہ جنوب کی طرف۔ اس سے واضح ہے کہ مقناطیس کے ش اور ج قطبوں پر مساوی اور مخالف قوتیں عمل کرتی ہیں، جس سے ایک جفت پیدا ہوتا ہے لیکن کوئی ایک حاصل قوت جو مقناطیس کے نقل مکان کا باعث ہو پیدا نہیں ہوتی۔ یہی وجہ مقناطیس کے مجموعی ش اور ج کی مقداریں مساوی ہیں۔



شکل (۴)
پانی پر تیرتا ہوا مقناطیس

مقناطیسی سیری سے بھی سالمی نظریہ کی تائید ہوتی ہے۔ آگے چلکر بتایا جائیگا کہ لوہے یا مقناطیس کا کوئی ٹکڑا ایک معیّن مقدار سے زائد مقنایا نہیں جا سکتا جب یہ بات پیش نظر رکھی جاتی ہے کہ مقنانا دراصل سالمی مقناطیسوں کی وضعوں کو ایک خاص سمت میں پھیرنا ہے تو ان سب کو ٹھیک ایک سمت میں پھیر لینے کے بعد مزید مقناؤ ہو نہیں سکتا۔

نرم لوہا اور فولاد۔ بڑا فرق نرم لوہے اور فولاد کے مقناطیسی خواص میں یہ ہے کہ لوہا آسانی سے مقنایا جاتا ہے اور اس کی مقناطیسیت زائل بھی جلد ہوجاتی ہے۔ لیکن فولاد کا مقنانا چنداں آسان نہیں اور مقنا لینے کے بعد اس کی مقناطیسیت دیر تک قائم رہتی ہے۔

اگر طاقتور سلاخی مقناطیس کا ایک قطب نرم لوہے کی سلاخ کے ایک سرے سے لگایا جائے تو لوہے کی سلاخ خود ایک طاقتور مقناطیس بن جائیگی چنانچہ لوہچوں میں اس کے دوسرے سرے کو ڈبونے سے لوہچون اس سے بکثرت چمٹ جائیگا۔ اگر اب سلاخی مقناطیس لوہے کی سلاخ کے پاس سے ہٹا لیا جائے تو لوہچون سلاخ سے فوراً چھوٹ کر گرجاتا ہے۔ سلاخ کے پاس شکل (۵) کی طرح اگر مقناطیس کو رکھ کر سلاخ کی قطبیت کا امتحان کیا جائے، مثلاً ایک معلق مقنائی ہوئی سوئی کے پاس اسکے بعید سرے کو لیجا کر امتحان کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ اسکی مقناطیسیت حسب ترتیب مندرجہ شکل ذکر ہوتی ہے۔

یہی تجربے جب فولادی سلاخ کے ساتھ کئے جاتے ہیں

تو معلوم ہوتا ہے مقناطیس کے ساتھ تماس کی حالت میں

ج ش ج ش
نرم لوہا

شکل (۱۶)
نرم لوہے کا مقنانا

وہ نرم لوہے کی سلاخ کے برابر زور دار مقناطیس نہیں بن جاتی لیکن مقناطیس کو ہٹا لینے کے بعد بھی اس میں کچھ مقناطیسیت بچ رہتی ہے۔

پس اس سے یہ ماخوذ ہوتا ہے کہ ایک مقناطیس کے زیر اثر نرم لوہا ہمیشہ بخوبی مقنایا جاتا ہے اور فولاد بھی کسیقدر مقنایا جاتا ہے بشرطیکہ پہلے سے اس کا مقناد کافی قلیل ہو۔ اس لئے جب نرم لوہے کے ٹکڑے کو ایک معلق مقناطیسی سوئی کے ش قطب کے قریب لیجاتے ہیں تو لوہے کا وہ حصہ جو اس قطب کے قریب ہوتا ہے ج قطب بن جاتا ہے (جیسا کہ سالمی نظریہ کے بموجب ہونا چاہیئے)۔ اور بدیں وجہ مقناطیسی سوئی اور لوہے کے مابین کشش واقع ہوتی ہے۔ یہ خاصیت نرم لوہے کے ساتھ مخصوص ہے۔ یعنے نرم لوہا جب کسی مقناطیس کے قریب ہوتا ہے تو اس کے اثر سے لوہے میں اس طرح کی قطبیت پیدا ہوتی ہے کہ ہمیشہ مقناطیس

اور لوہے کے درمیان کشش واقع ہوتی ہے۔ مگر فولاد جو پہلے سے مقنایا گیا ہو جب مقناطیس کے قریب لایا جاتا ہے تو ہمیشہ کشش ہونا ضرور نہیں بعض صورت میں کشش محسوس ہوتی ہے اور بعض صورتوں میں منافرت جیسا کہ تجربہ (۲) میں دریافت ہوا ہے۔

فاصلہ کے عکسی مربع کا کلیہ - ہر صورت میں جبکہ کوئی اثر بلحاظ ایک نقطہ کے بلا لحاظ سمت یکساں سرایت کرتا ہے تو ذرا سا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اثر بلحاظ نقطہ کے فاصلہ کے اعتبار سے عکسی مربع کے قاعدہ سے واقع ہوتا ہے۔ چنانچہ نور کی حدت کے متعلق بھی یہی قاعدہ دریافت ہوتا ہے (جبکہ مبداء نور ایک نقطہ ہے۔) اگر مقناطیسی قطبیت ایک نقطہ پر اکٹھا ہونا فرض کیجائے اور ایسے نقطہ کو نقطادی مقناطیسی قطب کہیں تو نقطادی مقناطیسی قطب کا اثر دوسرے پر اسی عکسی مربع کے کلیہ کے تابع ہوگا۔ محض ان قیاسی باتوں پر اکتفا نہ کرکے عموماً ہر صورت میں جہاں یہ کلیہ عائد ہوتا ہے تجربہ کے ذریعہ اسکو ثابت کرنے کی کوشش کی جاتی ہے چنانچہ دوسرے باب میں ہم مقناطیسی قوتوں کے متعلق بھی اس کا تجربی ثبوت بہم پہنچائینگے لیکن سردست ہم اس کو قیاسی طریقہ پر فرض کرلیتے ہیں اور اس مطلب کو کہ دو نقطادی مقناطیسی قطبوں کے مابین قوت ان کے درمیانی فاصلہ کے عکسی مربع کے بالعکس بدلتی ہے ضابطہ کی شکل میں اس طرح ادا کرتے ہیں :-

$$ق \propto \frac{م_۱ م_۲}{ف^۲}$$

دراصل اس ضابطہ میں ایک اور کلیہ بھی شامل ہے۔ یہ کہ دو قطبوں کے مابین عمل کرنے والی قوت ان کی مقداروں کے حاصل ضرب کے راست متناسب ہے۔ یہ ایک بدیہی بات ہے اس لئے کہ ایک قطب کا اثر دوسرے قطب پر محض ان دو قطبوں کی مقداروں کے متناسب ہوتا ہے کسی اور قطب سے متاثر نہیں ہوتا۔ یعنے اگر دو قطب ا اور ب کے مابین ایک معیّن قوت عمل کرتی ہے اور ایک تیسرا قطب ج قطب ا کے ساتھ شریک کردیا جائے تو اب (ا + ج) اور ب قطبوں کے مابین جو قوت عمل کریگی ا اور ب قطبوں پر عمل کرنے والی قوت اور ج اور ب پر عمل کرنے والی قوتوں کا مجموعہ ہوگی۔ پس اگر ا، ب، ج وغیرہ تمام اکائی قطب ہیں تو اس اصول کے موافق کسی بھی دو مرکب قطبوں کے مابین جو قوت عمل کرتی ہے محض ان میں کی اکائی قطبوں کی تعدادوں کے حاصل ضرب کے متناسب ہے۔

اکائی قطب۔ قوت کے ضابطہ $ق \propto \frac{م_۱ م_۲}{ف^۲}$ میں اگر ق کی پیمائش ڈائنوں میں ہو اور قطبوں کے مابین فاصلہ ف سنتی میتروں میں ناپا جائے تو م۱ اور م۲ قطبوں کو مساوی لیکر ان کی ایسی قیمت تجویز ہوسکتی ہے جس سے ان کو ایک دوسرے سے ایک سنتی میتر فاصلہ پر رکھنے سے ایک ڈائین قوت پیدا ہو۔ ایسی صورت میں ظاہر ہے کہ ان قطبوں کی قیمت مقناطیسی قطب کی

اِکائی مانی جاسکتی ہے۔ اگر اب ہر ایک قطب کی قیمت ان اکائیوں کے لحاظ سے مشخص ہو تو م۱ اور م۲ قطبوں کے مابین فاصلہ ف پر

$$\text{قوت} = \frac{\text{م}_1 \times \text{م}_2}{\text{ف}^2} \text{ ڈائین}$$

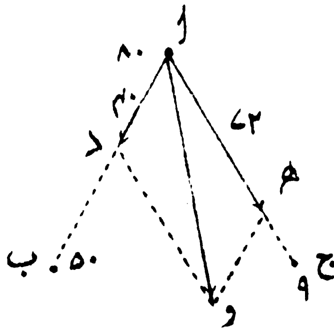
پس اکائی مقناطیسی قطب سے مراد ایک ایسا قطب ہے جو اپنے مساوی قطب سے جب ہوا میں ایک سنٹی میٹر فاصلہ پر واقع ہوتا ہے تو انکے مابین ایک ڈائین کی قوت عمل کرتی ہے۔

مثال۔ ا ب ج ایک مثلث متساوی الاضلاع ہے جس کا ایک ضلع لمبا ہے۔ اس کے دو کونوں ب اور ج پر دو شمالی مقناطیسی قطب ۵۰ اور ۹۰ اکائیوں کے رکھے گئے ہیں اور بقیہ کونے پر ایک جنوبی قطب ۸۰ اکائیوں کا رکھا گیا ہے، دریافت کرو اس پر کیا حاصل قوت عمل کرتی ہے۔

$$\text{چونکہ} \quad \text{ق} = \frac{\text{م}_1 \text{م}_2}{\text{ف}^2}$$

ب اور ا کے قطبوں میں قوت $\frac{۵۰ \times ۸۰}{۱۰^2} = ۴۰$ ڈائین عمل کرتی ہے۔

اور ج اور ا کے قطبوں میں $\frac{۹۰ \times ۸۰}{۱۰^2} = ۷۲$ ڈائین



شکل (۶)

چونکہ یہ قوتیں انجذابی ہیں ایک مناسب پیمانہ پر سمت اب میں ایک خط اد ۴۰ کے برابر کھینچو اور سمت اج میں خط اھ ۷۲ کے مساوی بناؤ۔ پھر متوازی الاضلاع ادوھ کو مکمل کرو۔ وتر او نقطہ ا پر کے قطب پر عمل کرنے والی قوتوں کے حاصل کے برابر ہوگا۔ یا از روئے حساب اس کی قیمت

$$= \sqrt{(۷۲)^۲ + (۴۰)^۲ + (۲ \times ۷۲ \times ۴۰ \times \text{جم}\ ۶۰^\circ)}$$

$$= \sqrt{۵۱۸۴ + ۱۶۰۰ + ۲۸۸۰}$$

$$= \sqrt{۹۶۶۴} = ۹۸\ \text{ڈائین}$$

پہلے باب کی مشقیں

(۱) کشیدہ کاڑھنے کی سوئی کے ایک خاص سرے کو ش ق قطب بنا کر مقنانا مقصود ہے۔ تم کیا

طریقہ اختیار کرو گے؟ مقنانے کے بعد تم اس بات کی آزمائش کس طرح کرو گے؟

(۲) ایک سوئی کے دونوں سروں پر ش قطب اور بیچ میں ج قطب بنا کر مقنانا ہو تو اس کا کیا طریقہ ہے؟

(۳) مقناطیسی قطبوں کے مابین کس قسم کی قوتیں عمل کرتی ہیں؟
تمہارے جواب کے ثبوت میں تم جو تجربے کرو گے اُن کو بیان کرو۔

(۴) نرم لوہے کی سلاخ کا ایک سرا ایک سلاخی مقناطیس کے جنوبی قطب کے نزدیک پکڑا گیا ہے۔ شکل بنا کر بتاؤ سلاخ اب کس طور پر مقنائی گئی ہے۔ اور اس کی وجہ کیا ہے؟

(۵) مقنائی ہوئی کشیدہ کاڑھنے کی سوئی کی سیدھ میں اس کے بیچ کے نقطہ سے ۳۰ سم فاصلہ پر ایک مقناطیسی قطب ۱۸۰ اکائی قیمت کا رکھا جاتا ہے۔ اگر سوئی کا طول ۲۰ سم ہو اور اس کے ایک ایک قطب کی قیمت ۴۰ اکائی تو بتاؤ اس تیسرے قطب پر کیا قوت عمل کریگی۔

(۶) ایک مقناطیسی سوئی ۲۰ سم لمبی ہے اور اسکے قطب کی قیمت ۳۰ اکائی۔ سوئی کے سروں سے ۳۰ سم فاصلہ پر ۴۰ اکائی قیمت کا ایک قطب واقع ہے۔ دریافت کرو اس پر کیا قوت عمل کرتی ہے۔

(۷) دو مقناطیس ایک خط پر واقع ہیں۔ ان کے

ٹیچ کے نقطوں کے درمیان ۱۸ سم فاصلہ ہے۔ اگر ایک کا طول ۱۲ سم اور اس کے قطب کی قیمت ۶۰ ہو اور دوسرے کا طول ۶ سم اور قطب کی قیمت ۴۵ تو دریافت کرو ان مقناطیسوں کے مابین کیا قوت عمل کرتی ہے۔

(۸)۔ دو مساوی مقناطیسی ہوئی سوئیاں ان کے ج قطب ملا کر اس طرح لٹکائی گئی ہیں کہ ان کے ش قطب نیچے کو لٹک رہے ہیں اور سوئیاں ج قطبوں کے گرد آزادانہ پھر سکتی ہیں۔ ایک ایک سوئی کی کمیت ۴ گرام ہے اور ان کے ش قطب قوت اندفاع کی وجہ سے ایک دوسرے سے ۴ سم فاصلہ پر ہٹ کر ٹھہرتے ہیں۔ اگر سوئیوں کے ش قطب ان کے ج قطبوں سے ۲۰ سم پر واقع ہیں اور ہر ایک کا مرکز ثقل انکے ج قطبوں سے ۱۰ سم دور ہے تو بتاؤ ان سوئیوں کے قطبوں کی کیا قیمت ہے۔

(۹)۔ ایک کشیدہ کاڑھنے کی سوئی کو مقنا کر چار مساوی طول کے ٹکڑے قطع کئے جاتے ہیں۔ ان چاروں ٹکڑوں کی مقناطیسی کیفیت کیا ہوگی بیان کرو۔ مقناطیس کی حقیقت کے متعلق ان تجربوں سے کیا رائے قائم ہوسکتی ہے؟

(۱۰)۔ مقناطیسی قطبوں کے باہمی عمل کا کلیہ بیان کرو۔ دو شمالی مقناطیسی قطبوں کے درمیان جب ۲ سم فاصلہ ہوتا ہے تو وہ ایک دوسرے کو

۲،۴ ڈائین کی قوت سے دفع کرتے ہیں۔
اگر یہ اندفاعی قوت ۳،۶ ڈائین ہو تو ان کے
مابین کیا فاصلہ ہوگا ؟ یہ بھی معلوم کرو کہ جب
ان کے درمیان ۳ سم فاصلہ ہوتا ہے تو
اندفائی قوت کیا ہے۔

[جامعہ کلکتہ]۔

دوسرا باب

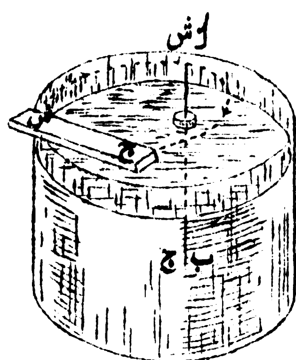
مقناطیسی میدان

مقناطیس کے قریب میں مقناطیسی میدان

پہلے باب میں ایک مقناطیس کے بعض اثرات دوسرے مقناطیس پر ملاحظہ کئے گئے تھے۔ اس تحقیق میں یہ بات معلوم ہوئی کہ ہر مقناطیس کے اطراف فضا کے کچھ حصہ میں اس مقناطیس کا اثر محسوس ہوسکتا ہے۔ اگر مقناطیس طاقتور ہے تو یہ حصہ ہر طرف دُور تک پھیلا ہوا ہوتا ہے، اور اگر مقناطیس کمزور ہے تو اس کی وسعت کم ہوتی ہے۔ مقناطیس کے اطراف کے اس فضا کو عام طور پر بعض اوقات مقناطیسی میدان کہتے ہیں۔لیکن علاوہ ان معنوں کے یہ لفظ اس سے زیادہ مخصوص و محدود معنوں میں استعمال ہوتا ہے۔

اگر ایک مقناطیس یا مقناطیسوں کے نظام کے قریب کسی مقام پر ایک مجرد مقناطیسی قطب رکھا جائے تو اس پر ایک مخصوص سمت میں قوت عمل کریگی اور

اگر قطب آزادی سے حرکت کرسکتا ہے تو وہ اس قوت کی سمت میں راہی ہوگا۔ یہ سمت اس مقام پر مقناطیسی میدان کی سمت کہلاتی ہے۔ اگرچہ مجرد قطب دستیاب نہیں ہوسکتے لیکن ایک لمبی مقناطی ہوئی سوئی میں کاگ لگاکر پانی پر عمودی وضع میں تیرانے سے اوپر کا سرا تقریباً آزاد مجرد قطب کے مشابہ حرکت کرسکتا ہے۔ فرض کرو شکل (۷) میں ا ب سوئی کا اوپر کا قطب ش ہے اور جس افقی سطح میں وہ تیر سکتا ہے اس میں ایک سلاخی مقناطیس ش ج اس کے قریب لایا جاتا ہے اس مقناطیس کا اثر سوئی کے سرے ا پر بہ نسبت ب کے بہت زیادہ ہوگا اس لئے ا کی حرکت مقناطیس کے میدان میں مجرد آزاد قطب کی سی ہوگی۔ اگر مقناطیس کا ش قطب ا کے پاس واقع ہے تو ا اندفاعی قوت کے زیر عمل مقناطیس سے دور ہونے لگیگا اور ایک منحنی خط بناتا ہوا مقناطیس کے ج قطب کے پاس چلا جائیگا۔ سوئی کا یہ ش قطب ا مقناطیس کے میدان میں جہاں کہیں ہوگا وہاں اس پر ایک قوت عمل کریگی جس کے زیر اثر وہ اس جگہ پر کے مقناطیسی میدان کی سمت میں حرکت



شکل (۷)
مقناطیسی میدان کی توضیح کیلئے تجربہ

کرے گا۔

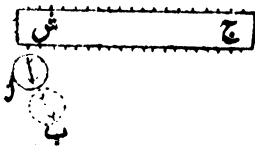
اگر ایک چھوٹی معلق مقناطیسی سوئی یا کمپاس سوئی مقناطیس کے قریب لائی جائے تو اس پر دو قوتیں عمل کریگی ایک قوت اس کے ش قطب پر اس مقام کے مقناطیسی میدان کی سمت میں عمل کریگی، دوسری قوت اس کے مخالف سمت میں (اور پہلی قوت کے قریب قریب مساوی سوئی کے ج قطب پر عمل کریگی۔ یہ دونوں قوتیں ملکر عموماً ایک جفت پیدا کرتی ہیں جو سوئی کو پھیر کر مقناطیسی میدان کی سمت میں لانے کا متقاضی ہوتا ہے۔جب سوئی اس سمت میں پھر جاتی ہے تو جفت صفر ہوجاتا ہے۔ اور سوئی حالت تعادل میں ہوتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۱۶)۔پس اس سے ظاہر ہے کہ مقناطیسی میدان میں ایک آزاد چھوٹی معلق مقناطیسی سوئی یا کمپاس سوئی کے سکون کی وضع سے اس مقام پر کے میدان کی سمت کا پتہ چلتا ہے۔ اگر سوئی لمبی ہو تو اس کے قطب میدان کے مختلف حصوں میں واقع ہونگے جہاں میدان کی سمتیں مختلف ہونگی اور اس لئے اب سوئی کے تعادل کی وضع کا دریافت کرنا چنداں آسان نہ ہوگا۔

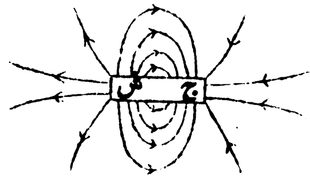
خطوط قوت-ایسا خط جس کی سمت ہر جگہ اس جگہ کے مقناطیسی میدان کی سمت ہے، مقناطیسی خط قوت کہلاتا ہے۔ مثلاً شکل (۷) میں سوئی کے مقناطیسی قطب ل کی حرکت سے ایک مقناطیسی خط قوت کھنچا جاتا ہے۔مقناطیسی خط قوت کی یہ بھی تعریف ہوسکتی ہے کہ وہ مقناطیسی میدان میں ایک مجرد اور بالکلیہ آزاد ش مقناطیسی قطب کی حرکت کا

راستہ ہے۔ چونکہ ایسا مجرد قطب دستیاب نہیں ہوسکتا عملی طور پر اس تعریف کے بموجب خطوط کا مشاہدہ بہت مشکل ہے۔ اس لئے ان خطوط کے معائنہ کے لئے میدان میں جا بجا چھوٹی کمپاس سوئی کو رکھ کر میدان کی سمت معلوم کی جاتی ہے۔ سوئی کی وضع ہر جگہ تقریباً مقناطیسی میدان کے ساتھ مماسی ہے۔

تجربہ (۴)۔ سلاخی مقناطیس کے خطوط قوت

نقشہ کشی کے کاغذ پر ایک سلاخی مقناطیس رکھ کر مقناطیس کا خاکہ کھینچ لو۔ خاکہ پر تقریباً مساوی فاصلوں سے متعدد نشان کرو۔ اور ایک چھوٹی کمپاس سوئی کا ایک قطب ان نشانوں میں سے کسی ایک نشان کے ساتھ حتی الامکان منطبق کرکے اس کے دوسرے قطب کے نیچے کاغذ پر پنسل سے ا نشان کرو۔ شکل (۸)۔ پھر سوئی کا پہلا قطب (ا) پر





شکل (۸) ایک سلاخی مقناطیس کے خطوط قوت

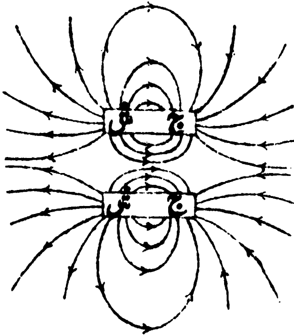
شکل (۹) مقناطیسی خطوطِ قوت کی نقشہ کشی

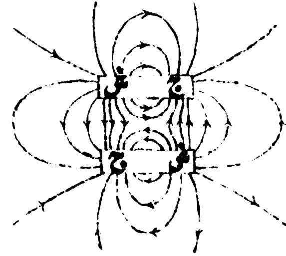
رکھ کر دوسرے قطب کے نیچے ایک اور نشان ب کرو۔ اسی طرح نشان کرتے جاؤ حتیٰ کہ ان نشانوں کو ملانیوالا خط

کاغذ کے کنارے تک پہنچ جائے یا لوٹ کر مقناطیس پر
واپس آجائے۔ اب ان نشانوں پر سے ایک ہموار منحنی
کھینچو اور تیر کی علامت لگاکر کمپاس سوئی کا رخ بتاؤ۔ اسی
طرح مقناطیس کے خاکہ پر کے ہر نقطہ سے خطوط قوت کھینچو۔
بعض خطوط اس خاکہ پر کے نقطوں ہی پر جاکر ختم ہونگے۔
جب یہ سب خطوط کھینچے جائینگے تو مقناطیسی میدان کا خاکہ
تیار ہو جائیگا۔ شکل (۹) کے خطوط اسی طریقہ سے کھینچے گئے
ہیں۔

تنبیہ ۔ چونکہ مقناطیسی خطوط قوت کی تعیین ش قطب
کی حرکت سے کی جاتی ہے اس لئے یہ فرض کیا جاتا ہے
کہ مقناطیسی خطوط ش قطب سے نکل کر ج قطب پر
ختم ہوتے ہیں۔ معہذا دو خطوط قوت ایک جگہ مل نہیں سکتے
اور نہ ایک دوسرے کو قطع کر سکتے ہیں۔ کیونکہ اگر ایسا ہو تو
ایک ہی مقام پر وقت واحد میں کمپاس سوئی کی دو وضعیں
ہو سکتی ہیں جو مہمل سی بات ہے۔

تجربہ (۵)۔ دو سلاخی مقناطیسوں کے
خطوط قوت، جبکہ ان کے محور متوازی، اور غیر مشابہ
قطب ایک دوسرے کے قریب ہوں۔ دو سلاخی
مقناطیس شکل (۱۰) کی طرح نقشہ کشی کے کاغذ پر لٹا دیئے
جائیں اور جیسا کہ تجربہ (۴) میں کمپاس سوئی کی مدد سے
خطوط قوت کھینچے گئے تھے اسی طریقہ سے اِن
مقناطیسوں کے مشترک میدان کے خطوط کا بھی
نقشہ کھینچا جائے۔





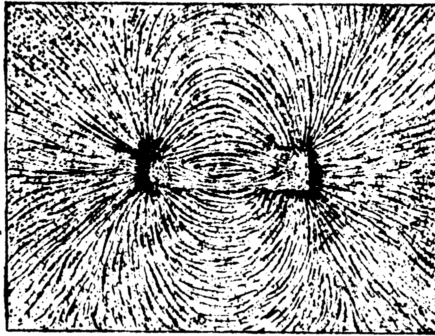
شکل (۱۲)
دو سلاخی مقناطیسوں کے خطوط قوت جبکہ انکے غیر مشابہ قطب قریب ہوں

شکل (۱۱)
دو سلاخی مقناطیسوں کے خطوط قوت جبکہ انکے مشابہ قطب قریب ہوں

تجربہ (۶)۔ دو سلاخی مقناطیسوں کے خطوط قوت، جبکہ مشابہ قطب ایک دوسرے کے قریب ہوں۔ سابقہ تجربہ کی طرح عمل کیا جائے مگر مقناطیسوں کے مشابہ قطب ایک دوسرے کے قریب رکھے جائیں۔

تجربہ (۷)۔ لوہچوں کے ذریعہ خطوط قوت کی نقشہ کشی۔ تجربہ (۴)، (۵)، اور (۶) کے مقناطیسوں پر نقشہ کشی کے کاغذ رکھو اور کاغذ پر آہستہ آہستہ باریک لوہچون چھڑکو۔ ساتھ ساتھ کاغذ کو خفیف سا کھٹکھٹاتے بھی جاؤ یہاں تک کہ لوہچون واضح خطوط کی شکل میں ترتیب پائے۔ سلاخی مقناطیسوں کے میدان میں لوہچون کا ہر ایک ٹکڑا مقناطیس بن جاتا ہے اور ٹکڑے کے بازو ٹکڑا خطوط

قوت کی سمت میں سلسلہ وار ترتیب پا لیتا ہے۔ اگر پہلے

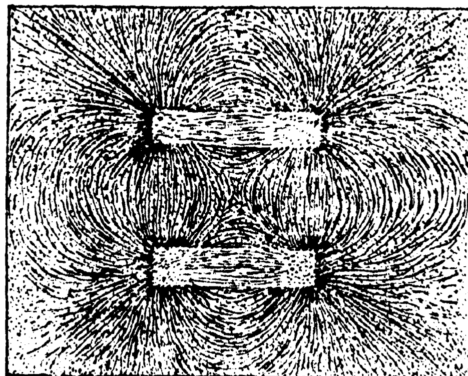


شکل (۱۲)
لوہچون کے ذریعہ خطوط قوت کی توضیح

سے اس کاغذ پر پگھلے ہوئے پرافینی موم کا استر چڑہا دیا جائے اور اس کو ٹھنڈا کرکے سطح صاف اور ہموار بنالی جائے تو لوہچون کے خطوط تیار ہوجانے کے بعد کاغذ کے نیچے مناسب حرارت پہنچاکر موم کو پگھلانے سے لوہچون اس کے اندر اتر جائیگا اور پھر سے موم ٹھنڈا ہونے پر خطوط کی شکل مستقل طور پر قائم رہیگی۔ کتاب میں جو شکلیں (۱۲)، (۱۳) اور (۱۴) بتائی گئی ہیں اسی طریقہ سے حاصل ہوئی ہیں۔

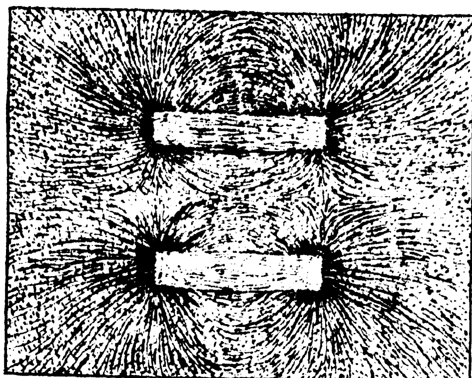
مقناطیسی میدان کی حدت ۔ متذکرہ بالا تجربوں سے معلوم ہوگیا کہ ہر مقام پر (مقناطیسی نظام کے قریب) مقناطیسی میدان کی ایک خاص سمت ہے۔ اب اس میدان کی حدت سے بحث کی جاتی ہے۔ شکل (۹) سے لیکر شکل (۱۴) تک خطوط قوت کے جو نقشے تیار ہوئے ہیں ان کے معائنہ سے ظاہر ہے کہ جہاں خطوط قوت

بہت گنجان واقع ہیں وہاں مقناطیسی میدان بہ نسبت



شکل (۱۳)
لوہچون کے ذریعہ خطوط قوت کی توضیح

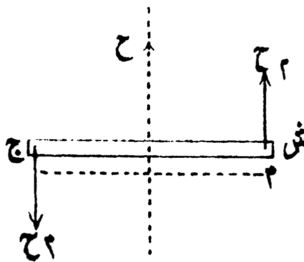
اور جگھوں کے زیادہ زور دار ہے۔ کسی مقام پر میدان کی



شکل (۱۴)
لوہچون کے ذریعہ خطوط قوت کی توضیح

طاقت یا حدت کا صحیح اندازہ کرنے کے لئے اس جگہ ایک مجرد اکائی قطب فرض کیا جاسکتا ہے - اس پر جو قوت عمل کریگی اس کو مقام مذکور پر مقناطیسی میدان کی حدت تصور کر سکتے ہیں - پس کسی مقام پر مقناطیسی میدان کی حدت سے مراد وہ قوت ہے جو اس جگہ ایک شمالی مقناطیسی قطب پر عمل کریگی - اس حدت کے لئے علامت ح تجویز کی جاتی ہے - اس لحاظ سے م قیمت کے ایک قطب پر ح حدت کے مقناطیسی میدان میں جو قوت عمل کرتی ہے م ح ڈائین ہے -

مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر - فرض کرو ایک مقناطیس کے سروں پر قطب کی قیمت م ہے اور وہ ح حدت کے میدان میں اس کے علی القوائم واقع ہے - اس حالت میں دونوں قطبوں پر ایک قوت م ح ڈائین عمل کرتی ہے - ان قوتوں کی سمتیں مخالف ہیں اس لئے مقناطیس پر قوتوں کا ایک جفت عمل کرتا ہے جس کا معیار اثر ح م ل ہے جس میں ل سے مراد مقناطیس کے قطبین کا درمیانی فاصلہ ہے - مقناطیس پر جفت کا عمل



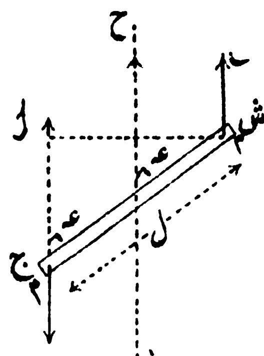
شکل (۱۵)

ظاہر ہے کہ اس جفت کا معیار اثر دو حصوں پر مشتمل ہے ایک حصہ مقناطیسی میدان ح ہے اور دوسرا حصہ م ل

جو خود مقناطیس سے متعلق ہے۔ اِس م ل کو مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر م کہتے ہیں۔

پس جفت کا معیار اثر = م ح

بالعموم مقناطیسوں کے قطب ٹھیک ان کے سروں پر نہیں ہوتے۔ م اور ل دونوں کسیقدر غیر معیّن یا مبہم مقداریں ہیں۔ بریں ہم مقناطیسی معیار اثر (جو ان مقداروں کا حاصل ضرب ہے) ایک معیّن مقدار ہے۔ اس لئے کہ حیَلی ذرائع سے اِس جفت کی ٹھیک پیمائش ہوسکتی ہے۔ جو حیَلی جفت



شکل (۱۶)
مقناطیسی میدان کیساتھ مائل مقناطیس پر عمل کرنے والا جفت

ایک مقناطیس کو مقناطیسی میدان پر علی القوائم ٹھہرا رکھ سکتا ہے اگر ناپ لیا جائے تو اس سے اس مقناطیس کے مقناطیسی معیار اثر کی تعیین ہوسکتی ہے۔ چونکہ م معیار اثر کے مقناطیس کو ح حدت کے میدان میں علی القوائم ٹھہرانے کے لئے م ح معیار اثر کا حیَلی جفت چاہئے۔ اس لئے مقناطیسی معیار اثر وہ حیَلی جفت ہے جو مقناطیس کو

اکائی حدت کے میدان میں میدان کی سمت پر علی القوائم رکھ سکتا ہے۔

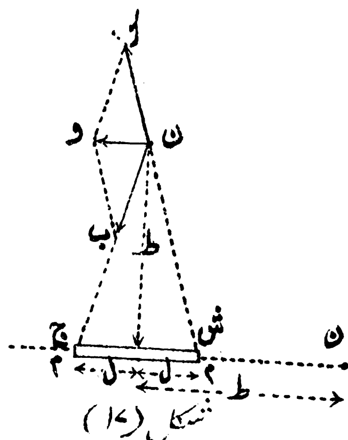
خیلی جفت کی قیمت جبکہ مقناطیس میدان میں کسی بھی عام وضع میں ہوتا ہے۔ فرض کرد شکل (۱۶) میں مقناطیس ش ج مستقل حدت ح کے میدان میں زاویہ (عہ) پر مائل ہے۔میدان کی سمت کے متوازی اس کے قطبین پر م ح دو قوتیں عمل کرتی ہیں۔ش پر جو قوت عمل کرتی ہے میدان کی سمت کے موافق ہے اور ج پر عمل کرنے والی قوت اس کے مخالف۔لیکن اس عام صورت میں ان قوتوں کے مابین عمودی فصل ش اَ یعنے ل جب عہ ہے جس میں ل مقناطیس کے قطبین کا درمیانی فاصلہ ہے۔

∴ جفت کا معیار اثر = ح م ل جب عہ

= ح مہ جب عہ

اس ضابطہ سے ظاہر ہے کہ جب زاویہ عہ = ۹۰° جفت کے معیار اثر کی قیمت ح مہ ہوتی ہے جیسا کہ قبل ازیں بیان ہوا ہے۔جب زاویہ عہ = صفر یعنے مقناطیس کی وضع میدان کے متوازی ہوتی ہے تو جفت کی قیمت صفر ہوتی ہے۔ پس ایک معینہ میدان میں آزاد معلق مقناطیس حالت تعادل میں صرف اسی وقت ہوتا ہے جبکہ اس کی سمت میدان کی سمت سے منطبق ہوتی ہے۔

سلاخی مقناطیس کا میدان۔ سلاخی مقناطیس کے میدان کی عام کیفیت کا اندازہ شکل (۹) کے معائنہ سے ہوسکتا ہے۔ لیکن بعض سمتوں میں اس کے میدان کی حدّت کی حسابی تخمین بھی آسانی سے ہوسکتی ہے۔ مثلاً شکل (۱۷) میں ن مقناطیس



شکل (۱۷)

مقناطیس کے محور پر اس کے میدان کی حسابی تخمین

کے قطبین کو ملانے والے خط پر (یعنی مقناطیس کے محور پر) ایک نقطہ ہے۔ فرض کرو قطب کی قیمت م ہے اور مقناطیس کا نصف طول (در اصل قطبین کے درمیانی فاصلہ کا نصف) ل ہے۔ اور مقناطیس کے بیچ کے مقام سے نقطہ ن تک فاصلہ ط ہے۔ تو ن کا فاصلہ ش سے (ط - ل) ہوگا اور ج سے (ط + ل)۔ اگر ن پر ایک ش قطب کی اکائی فرض کیجائے تو اُسپر قوت بوجہ

$$\text{ش} = \frac{\text{م}}{(\text{ط} - \text{ل})^{2}}$$

اور بوجہ

$$\text{ج} = \frac{\text{م}}{(\text{ط} + \text{ل})^{2}}$$

چونکہ یہ دونوں قوتیں ایک خط پر مگر مخالف سمتوں

میں عمل کرتی ہیں -

حاصل مجموعی قوت $= \dfrac{\text{م}}{(\text{ط} - \text{ل})^{۲}} - \dfrac{\text{م}}{(\text{ط} + \text{ل})^{۲}}$

$= \text{م} \left\{ \dfrac{(\text{ط}+\text{ل})^{۲} - (\text{ط}-\text{ل})^{۲}}{(\text{ط}^{۲} - \text{ل}^{۲})^{۲}} \right.$

$= \dfrac{۴\,\text{م ل ط}}{(\text{ط}^{۲} - \text{ل}^{۲})^{۲}} = \dfrac{۲\,\text{ھ ط}}{(\text{ط}^{۲} - \text{ل}^{۲})^{۲}}$ اسلئے کہ ۲ م ل = ھ یعنے مقناطیسی معیار اثر

$= \dfrac{۲\,\text{ھ ط}}{\left\{\text{ط}^{۲}\left(۱ - \dfrac{\text{ل}^{۲}}{\text{ط}^{۲}}\right)\right\}^{۲}}$

$= \dfrac{\text{ھ}}{\text{ط}^{۳}} \cdot \dfrac{۱}{\left(۱ - \dfrac{\text{ل}^{۲}}{\text{ط}^{۲}}\right)^{۲}}$

$= \dfrac{۲\,\text{ھ}}{\text{ط}^{۳}}$ تقریباً۔ اگر $\dfrac{\text{ل}^{۲}}{\text{ط}^{۲}}$ ناقابل لحاظ سمجھا جائے

یعنے اگر مقناطیس کے طول کی نسبت ن کا فاصلہ مقناطیس سے بہت بڑا ہے۔

چونکہ اِکائی قطب پر جو مقناطیسی قوت عمل کرتی ہے مقناطیسی میدان کی حدت کہلاتی ہے اِس لئے مقناطیس کے محور پر میدان کی حدت $\dfrac{۲\,\text{ھ}}{\text{ط}^{۳}}$ ہے

اگر نقطہ ن مقناطیس کے قطبین سے مساوی فاصلہ پر کسی جگہ ہو (یعنے مقناطیس کی علی القوائم تنصیف کرنیوالے خط پر واقع ہو) ملاحظہ ہو شکل (۱۸)۔ اور وہاں پیشتر کی طرح ش قطب کی اِکائی تصور کی جائے۔ تو

اس پر قوت بوجہ ش $= \dfrac{\text{م}}{(\text{ن ش})^{۲}}$

اور اس پر قوّت بوجہ ج = $\frac{م}{(ن ج)^۲}$

اگر ان قوتوں کو ن ل اور ن ب سے تعبیر کیا جائے تو ان کے حاصل کی ن ہ سے تعبیر ہوگی۔

چونکہ ہ ب ن اور ش ن ج تشابہ مثلث ہیں۔

اِس لئے $\frac{ہ ن}{ب ن} = \frac{ش ج}{ن ج}$

لیکن ب ن = $\frac{م}{(ن ج)^۲}$ اور ش ج = ۲ ل

∴ ہ ن = $\frac{۲ م ل}{(ن ج)^۳} = \frac{ہر}{(ن ج)^۳} = \frac{ہر}{(ن ش)^۳}$

اگر نقطہ ن کا فاصلہ مقناطیس کے بیچ سے ط ہو تو

$(ن ش)^۲ = (ن ج)^۲ = ط^۲ + ل^۲$ اور $(ن ش)^۳ = (ن ج)^۳ = (ط^۲ + ل^۲)^{\frac{۳}{۲}}$

پس ہ ن یعنے مقناطیس کی علی القوائم تنصیف کرنے والے خط پر کے نقطہ پہ میدان کی

حدت = $\frac{ہر}{(ط^۲ + ل^۲)^{\frac{۳}{۲}}} = \frac{ہر}{ط^۳ (۱ + \frac{ل^۲}{ط^۲})^{\frac{۳}{۲}}} = \frac{ہر}{ط^۳}$ تقریباً

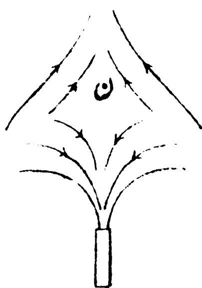
اگر $\frac{ل^۲}{ط^۲}$ ناقابل لحاظ ہو

تعدیلی نقطہ۔ کمپاس سوئی کے ذریعہ مقناطیسی میدان کا جب نقشہ تیار کرتے ہیں۔ (شکل ۸) تو حقیقتاً مقناطیس

اور زمین کے مقناطیسی میدانوں کے حاصل کی سمت دریافت کی جاتی ہے۔ مقناطیس کے قریب میں تو زمین کے میدان کا اثر نہایت کمزور ہوتا ہے لیکن جوں جوں فاصلہ بڑھتا جاتا ہے زمین کے مقناطیسی میدان کی اہمیت بڑھتی جاتی ہے اور بالآخر زمین کے میدان ہی کا اثر باقی رہتا ہے۔ پس ظاہر ہے کہ مقناطیس کی وضع کے لحاظ سے بعض مقاموں پر زمین اور مقناطیس کے میدان مساوی ہونگے۔ اگر ان مساوی میدانوں کی سمتیں ٹھیک مخالف واقع ہوں تو وہاں حاصل مجموعی میدان صفر ہوگا۔ ایسے نقطوں پر کمپاس سوئی کی کوئی خاص وضع نہ ہوگی۔ وہ کسی بھی سمت میں ٹھیر سکتا ہے۔ ایسے نقطے تعدیلی کہلاتے ہیں۔

تجربہ (۸)۔ تعدیلی نقطہ کی تعیین۔ سلاخی

مقناطیس نقشہ کشی کے کاغذ پر رکھا جائے اور اس کے جنوبی قطب کا رخ شمال کی جانب ہو۔ اس جنوبی قطب کے گرد و نواح کے خطوط قوت کا نقشہ کھینچو تو معلوم ہوگا کہ میدان کے ایک حصہ میں ان کی وضع (شکل (۱۸)) کے مشابہ ہے۔ اب اس مقام پر خطوط کو چاروں طرف سے ایک دوسرے کے قریب کھینچتے ہوئے لاؤ۔ جب سوئی ایسے مقام پر



شکل (۱۸)
تعدیلی نقطہ

پہنچ جائے کہ وہاں اس کی وضع غیر معین ہوتی ہے اور وہاں سے اس کو مختلف جانب خفیف سا ہٹانے پہ اس کی وضع اس طرف کے خطوط کی عام وضع کے مشابہ ہوتی ہے تو بحد امکان صحت کے ساتھ اس تعدیلی نقطہ ن کے محل کی تعیین کرلو۔ مقناطیس کے بیچ سے ن کا فاصلہ ط ناپ لو۔ چونکہ اس جگہ مقناطیس اور زمین کے میدان مساوی و مخالف ہیں اسلئے

$$\frac{2\,\text{م}\,\text{ط}}{(\text{ط}^2 - \text{ل}^2)^2} = \text{ف}$$ یعنے زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت۔

اگر ف معلوم ہے تو مقناطیس کے مقناطیسی معیار اثر م کی حسابی تخمین ہوسکتی ہے۔ (حیدرآباد میں ف=۰٫۳۷ تقریباً)۔

مقناطیسیت پیما ۔ یہ معلوم ہوچکا ہے کہ مقناطیسی سوئی جب باریک ریشہ کے ذریعہ لٹکائی جاتی ہے تو وہ تقریباً شمال وجنوب کی سمت میں آکر ٹھہرتی ہے۔ یعنے جب وہ آزادی سے پھر سکتی ہے تو اس کے سکون کی وضع زمین کے مقناطیسی میدان کی سمت میں ہوتی ہے۔ اب اگر اس سوئی کے کافی قریب ایک مقناطیس لایا جائے تو سوئی اپنی پہلی وضع سے پھر کر زمین اور مقناطیس دونوں کے حاصل میدان کی سمت اختیار کریگی۔

شکل (۱۹) میں ش ج مقناطیس کا میدان زمین کے میدان کے علی القوائم ہے۔ اس کی وجہ سے معلق مقناطیسی سوئی زمین کے میدان کی سمت کو چھوڑ کر ایک دوسری سمت اختیار کریگی۔ فرض کرو ان دونوں سمتوں میں زاویہ میلان ع ہے۔

اگر مقناطیس سوئی کے مشرق یا مغرب کی طرف واقع ہو یعنے شکل محولہ بالا میں ش ج کی طرح "سیدھی" وضع میں ہو، تو $\text{ح} = \frac{2\text{م}}{\text{ط}^{3}}$ جس میں م سے مراد مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر ہے۔

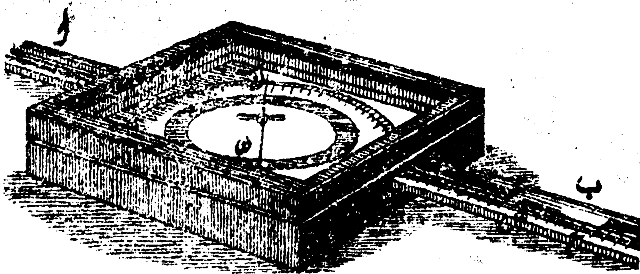
پس $\frac{2\text{م}}{\text{ط}^{3}} = \text{ف مس ع}$ یا $\frac{\text{م}}{\text{ف}} = \frac{\text{ط}^{3}}{2}\,\text{مس ع}$

اور اگر مقناطیس سوئی کے جنوب یا شمال کی طرف واقع ہو یعنے شکل میں ش ج کی طرح "آڑی" وضع میں ہو، تو

$$\text{ح} = \frac{\text{م}}{\text{ط}^{3}}$$

پس $\frac{2\text{م}}{\text{ط}^{3}} = \text{ف مس ع}$ یا $\frac{\text{م}}{\text{ف}} = \frac{\text{ط}^{3}}{2}\,\text{مس ع}$

مقناطیسیت پیما کئی شکلوں کا ہوتا ہے۔ شکل (۲۰) کا



شکل (۲۰)
مقناطیست پیما

مقناطیسیت پیما عام طور پر مستعمل ہے۔ مقناطیسی سوئی یا تو نوکدار سوئی کے سہارے رکھی ہوتی ہے یا باریک ریشہ سے

اگر مقناطیس سوئی کے مشرق یا مغرب کی طرف واقع ہو یعنے شکل محولہ بالا میں ش ج کی طرح "سیدھی" وضع میں ہو، تو $\text{ح} = \frac{۲\text{م}}{\text{ط}^۳}$ جس میں م سے مراد مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر ہے۔

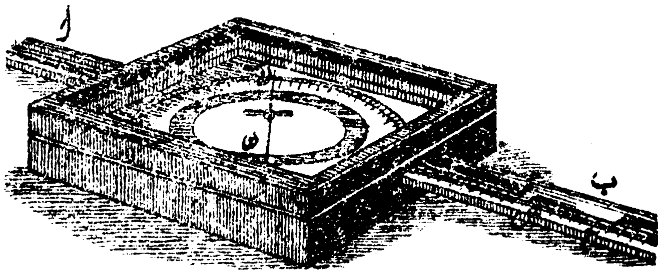
$$\text{پس } \frac{۲\text{م}}{\text{ط}^۳} = \text{ف مس ع یا } \frac{\text{م}}{\text{ف}} = \frac{\text{ط}^۳}{۲} \text{ مس ع}$$

اور اگر مقناطیس سوئی کے جنوب یا شمال کی طرف واقع ہو یعنے شکل میں ش ج کی طرح "آڑی" وضع میں ہو تو

$$\text{ح} = \frac{\text{م}}{\text{ط}^۳}$$

$$\text{پس } \frac{۲\text{م}}{\text{ط}^۳} = \text{ف مس ع یا } \frac{\text{م}}{\text{ف}} = \frac{\text{ط}^۳}{۲} \text{ مس ع}$$

مقناطیسیت پیما کئی شکلوں کا ہوتا ہے۔ شکل (۲۰) کا



شکل (۲۰)

مقناطیست پیما

مقناطیست پیما عام طور پر مستعمل ہے۔ مقناطیسی سوئی یا تو نوکدار سوئی کے سہارے رکھی ہوتی ہے یا باریک ریشہ سے

لٹکائی جاتی ہے۔ مقناطیسی سوئی چھوٹی ہوتی ہے مگر اس پر علی القوائم ایک لمبا نمائندہ ن نَ لگایا جاتا ہے تاکہ مقناطیسی سوئی کی وضع ایک افقی دائری پیمانہ پر نصف درجہ یا اس سے کم زاویہ تک صحت کے ساتھ پڑھی جا سکے۔ (اختلاف منظر سے بچنے کے لئے پیمانہ آئینہ دار بنایا جاتا ہے۔

شکل (۲۰) میں مقناطیس جس سے سوئی منحرف ہوتی ہے، مقام ب پر "سیدھی" وضع میں بتایا گیا ہے۔ اور وہ سوئی کے مشرق یا مغرب کی طرف واقع ہے۔ مقناطیس کو "آڑی" وضع میں رکھنا ہو تو آلہ کو پھیرنا پڑتا ہے تاکہ مقناطیس سوئی کے شمال یا جنوب کی طرف واقع ہو۔ اس کا فاصلہ آلہ کے طولی پیمانہ پر پڑھ لیا جا سکتا ہے۔

مقناطیسیت پیما کا استعمال۔ اس کے ذریعہ مقناطیسی میدانوں کا یا مقناطیسی معیار اثروں کا باہم مقابلہ ہو سکتا ہے، یا مقناطیسی معیار اثر اور مقناطیسی میدان کی نسبت دریافت ہو سکتی ہے۔ ہر صورت میں طریقہ عمل حسب ذیل ہے:-

(۱) آلہ کو پھیر کر (اور اگر ضرورت ہو تو اس کی سطح کو ٹھیک افقی وضع میں لا کر) نمائندے کے دونوں سروں کو دائری پیمانہ کے صفر نشانوں سے منطبق کرتے ہیں، جبکہ سوئی کے قریب انصراف پیدا کرنے والا کوئی مقناطیس نہیں ہوتا ہے۔

(۲) مقناطیس ب کو طولی پیمانہ پر رکھ کر اس کا وسطی نقطہ سوئی سے مقررہ فاصلہ ط پر ترتیب دیا جاتا ہے اور نمائندے کے دونوں سروں کا انصراف پڑھ لیا جاتا ہے،

تا کہ اگر سوئی کا مرکز پیمانہ کے مرکز سے ٹھیک منطبق نہ ہو تو اس کی تصحیح ہو جائے۔

(۳) اگر مقناطیس پہلی وضع میں سوئی کے مشرقی جانب رکھا گیا تھا تو اب اس کو وہاں سے اٹھا کر سوئی سے مساوی فاصلہ ط پر مغربی جانب رکھتے ہیں یا اس کے برعکس، جیسا موقعہ ہو اس کے بموجب۔ اور پہلے کی طرح سوئی کا انصراف مکرر پڑھ لیا جاتا ہے۔ اس مشاہدہ کی اس لئے ضرورت ہوتی ہے کہ اگر خطی پیمانہ کا صفر ٹھیک سوئی کے مرکز پر واقع نہ ہو تو اس کی تصحیح ہو جائے۔

(۴)۔ اب مقناطیس کو الٹا کر اس کا جو سرا پہلے مشرق کی طرف تھا اس کو مغرب کی طرف کرتے ہیں اور پھر سارے مشاہدات دوہرائے جاتے ہیں۔ مقناطیس کو الٹانے کی وجہ یہ ہے کہ ممکن ہے مقناطیس کے قطب ٹھیک تشاکلاً واقع نہ ہوں۔ اس کے رخ بدل کر انصراف مشاہدہ کرنے سے اس خطا کی تصحیح ہو جاتی ہے۔

اس طرح کل آٹھ انصراف مشاہدہ ہوتے ہیں اور ان کا اوسط متذکرہ بالا خطاؤں سے پاک سمجھا جا سکتا ہے۔ اگر مشاہدات حسب ذیل طریقہ پر قلمبند کئے جائیں تو مناسب ہو گا:۔

	انصراف	
مقناطیس سوئی کے مغربی جانب، ش قطب کا رخ مشرق کی طرف		
" " " " " " " " مغرب "		
مقناطیس سوئی کے مشرقی جانب، ش قطب کا رخ مغرب کی طرف		
" " " " " " " " مشرق "		

فاصلہ = ط سنتی میٹر	اوسط انصراف عہ =

تجربہ (۹)۔ مقناطیس کی ''سیدھی'' وضع

میں ضابطہ $\frac{ھ}{ف} = \frac{۲ (ط^۲ - ل^۲)^۲}{ط^۲}$ مس عہ کا تجربہ کے ذریعہ ثبوت۔ مقناطیس کو ''سیدھی'' وضع میں سوئی سے ۵۰ سم پر رکھ کر مندرجہ بالا ہدایات کے بموجب عمل کرو اور دیکھو اوسط انحراف کیا ہے۔ پھر مقناطیس کا فاصلہ گھٹا کر ۴۵ سم، ۴۰ سم، اور بالآخر ۳۵ سم کردو اور انہی مشاہدات کو دوہراو اور حسابی تخمین سے ہر ہر مجوزہ فاصلہ کے لئے $\frac{(ط^۲ - ل^۲)^۲ مس عہ}{ط ۲}$ کی قیمت نکالو۔ یہ قیمت تقریباً مستقل ہونی چاہئیے۔ ہر فاصلہ کے لئے حساب لگاکر دیکھو بجائے محولہ بالا صحیح ضابطہ کے $\frac{ط^۳ مس عہ}{۲}$ تقریبی ضابطہ استعمال کرنے سے کتنی فی صد خطاء لاحق ہوتی ہے۔

تجربہ (۱۰)۔ مقناطیس کی ''آڑی'' وضع

میں ضابطہ $\frac{ھ}{ف} = (ط^۲ + ل^۲)^{\frac{۳}{۲}}$ مس عہ کا ثبوت۔ مقناطیس کو ''آڑی'' وضع میں رکھ کر سابقہ تجربہ کی طرح عمل کیا جائے۔ اور ہر مجوزہ فاصلہ کے لئے $(ط^۲ + ل^۲)^{\frac{۳}{۲}}$ مس عہ کی قیمت حساب کرلی جائے۔ پھر تقریبی فاصلہ $ط^۳$ مس عہ کی قیمت نکال کر فی صدی خطاء معلوم کی جائے۔

فاصلہ کے عکسی مربع کے کلیہ کا ثبوت۔

طالب علم کو یاد ہوگا کہ صفحہ (۳۲) پر حسابی عمل سے

سلاخی مقناطیس کے میدان کی حدت جو دریافت ہوئی ہے اس میں یہ فرض کیا گیا تھا کہ مقناطیسی قطبوں کے مابین قوت ان کے درمیانی فاصلہ کے مربع کے بالعکس بدلتی ہے۔ یعنے عکسی مربع کا کلیہ صحیح مان کر میدان کی حدت نکالی گئی تھی۔ (۹) اور (۱۰) تجربوں کے نتائج کی صحت اِس ابتدائی مفروضہ کی صحت پر موقوف ہے۔ اگر یہ نتائج صحیح برآمد ہوں ہوں یعنے $\frac{\text{ھ}}{\text{ف}}$ کی قیمت مستقل پائی جائے تو اس ابتدائی مفروضہ کا ثبوت مل جاتا ہے۔

مقناطیسی معیار اثروں کا آپس میں مقابلہ۔ مقناطیسیت پیما کے تجربہ سے، متعدد مقناطیس استعمال کرکے، ان کے فاصلوں اور سوئی کے انحرافوں کے ذریعہ، انکے مقناطیسی معیار اثروں کی نسبتیں معلوم کی جاسکتی ہیں۔ اگر ایک مقناطیس کا معیار اثر (مقناطیسی) ھ۱ ہے اور فاصلہ ط۱ کیلئے سوئی کا اوسط انحراف ع۱ تو

$$\frac{\text{ھ}_1}{\text{ف}} = \frac{(\text{ط}_1^2 - \text{ل}_1^2)^2}{2\,\text{ط}_1}\ \text{مس ع}_1 \quad \text{یا تقریباً} = \frac{\text{ط}_1^3}{2}\ \text{مس ع}_1$$

اور اگر دوسرے مقناطیس کا معیار اثر ھ۲ ہے تو اس کیلئے

$$\frac{\text{ھ}_2}{\text{ف}} = \frac{(\text{ط}_2^2 - \text{ل}_2^2)^2}{2\,\text{ط}_2}\ \text{مس ع}_2 \quad \text{یا تقریباً} = \frac{\text{ط}_2^3}{2}\ \text{مس ع}_2$$

$$\therefore \frac{\text{ھ}_1}{\text{ھ}_2} = \frac{(\text{ط}_1^2 - \text{ل}_1^2)^2\ \text{ط}_2\ \text{مس ع}_1}{(\text{ط}_2^2 - \text{ل}_2^2)^2\ \text{ط}_1\ \text{مس ع}_2} \quad \text{یا تقریباً} \quad \frac{\text{ط}_1^3\ \text{مس ع}_1}{\text{ط}_2^3\ \text{مس ع}_2}$$

تجربہ (۱۱)۔ مقناطیسی معیار اثروں کا مقابلہ

باری باری سے ایک ایک مقناطیس کے ساتھ تجربہ کر کے $\text{ط}^{۳}$ مس ع کی حسابی تخمین کی جائے۔ ہر مقناطیس کے لئے تین تین مناسب فاصلے (ط) مقرر کر لئے جائیں، اور پھر $\frac{\text{م}}{\text{م}_۲}$ کی تقریبی اور زیادہ صحیح نسبت دریافت کی جائے۔

مقناطیسی میدانوں کا مقابلہ۔ مقناطیسیت پیما کے ذریعہ دو جگہوں کے مقناطیسی میدانوں کی حدّت کا بھی مقابلہ ہو سکتا ہے۔ اگر ایک جگہ میدان کی حدّت $\text{ف}_۱$ ہو اور دوسری جگہ $\text{ف}_۲$، تو ایک ہی مقناطیس سے دونوں جگہ تجربہ کرنے سے

$$\frac{\text{م}}{\text{ف}_۱} = \frac{\text{ط}_۱^{۳}}{۲}\ \text{مس ع}_۱ \quad \text{تقریباً}$$

$$\text{اور} \quad \frac{\text{م}}{\text{ف}_۲} = \frac{\text{ط}_۲^{۳}}{۲}\ \text{مس ع}_۲ \quad \text{,,}$$

$$\text{پس} \quad \frac{\text{ف}_۱}{\text{ف}_۲} = \frac{\text{ط}_۲^{۳}\ \text{مس ع}_۲}{\text{ط}_۱^{۳}\ \text{مس ع}_۱}$$

مقناطیس کا "طول مساوی"۔ چونکہ مقناطیس کے قطب ٹھیک اس کے سروں پر واقع نہیں ہوتے بلکہ مقناطیس کے ایک کسی قدر وسیع حصہ پر پھیلے ہوئے ہوتے ہیں، اس لئے متذکرہ بالا تجربوں میں ل کو مقناطیس کے نصف طول کے مساوی لینا درست نہیں۔ بریں ہم ہر ایک مقناطیس کا ایک "مساوی طول" ضرور ہے، اس لئے کہ مقناطیسی معیار اثر اور قطب کی قیمت دونوں معیّن مقداریں ہیں اور مقناطیس کا "مساوی طول" ان دونوں مقداروں کی

باہمی نسبت ہے۔ مقناطیسیت پیما کے تجربوں میں جو زیادہ صحیح ضابطے استعمال ہوتے ہیں ان میں اسی ل کی قیمت درج ہوتی ہے۔

مقناطیس کا "طول مساوی" دریافت کرنے کے لئے مقناطیسیت پیما کی سوئی کے دو اوسط انصرافوں کا مشاہدہ درکار ہے۔ پہلے ط۱ پر مقناطیس کو رکھ کر اوسط زاویہ انصراف ع۱ مشخص کر لیا جائے اور پھر صرف مقناطیس کا فاصلہ تبدیل کر کے ط۲ کے ساتھ دوسرا اوسط انصراف معلوم کر لیا جائے چونکہ مقناطیسیت پیما کی سوئی اپنے مقام سے ہٹائی نہیں گئی ہے، لہذا

$$\frac{(\text{ط}_1^2 - \text{ل}^2)^2}{2\,\text{ط}_1}\,\text{مس ع}_1 = \frac{(\text{ط}_2^2 - \text{ل}^2)^2}{2\,\text{ط}_2}\,\text{مس ع}_2$$

ط۱، ط۲ اور مس ع۱، مس ع۲ معلوم مقداریں ہیں پس ل کی قیمت حساب کر لی جا سکتی ہے۔ اس تجربہ میں اگر ذیل کا طریقہ جس کے موجد مسٹر ایڈن ایڈنز ہیں اختیار کیا جائے تو بہت مفید ثابت ہوگا:-

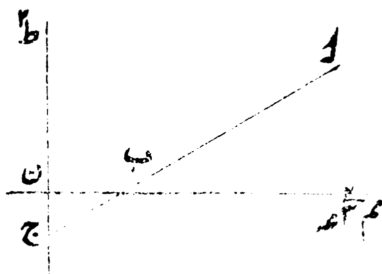
مقناطیس کو "آڑی" وضع میں رکھ کر سوئی کو منصرف کرنے سے

$$\frac{\text{م}}{\text{ن}} = (\text{ط}^2 + \text{ل}^2)^{\frac{3}{2}}\,\text{مس ع}$$

$$\text{یا}\quad \text{ط}^2 + \text{ل}^2 = \left(\frac{\text{م}}{\text{ن}}\right)^{\frac{2}{3}} \frac{1}{(\text{مس ع})^{\frac{2}{3}}} = \left(\frac{\text{م}}{\text{ن}}\right)^{\frac{2}{3}} (\text{مم ع})^{\frac{2}{3}}$$

مقناطیس کو سوئی سے مختلف فاصلوں پر رکھ کر ط اور ع کی مختلف قیمتیں سلسلہ وار مشاہدہ کی جائیں، اور ط² اور $(\text{مم ع})^{\frac{2}{3}}$ کی حسابی تخمین کر کے اگر ترسیم کھینچی جائے تو

شکل (۲۱) میں ا ب کی طرح ایک خط مستقیم حاصل ہوگا۔ اس خط کو پیچھے کی طرف بڑہانے سے وہ ط^۲ کے محور کو نقطہ ج پر منقطع کریگا، جہاں مم$^{\frac{۲}{۳}}$ عہ = ۰ اور اس لئے ط^۲ + ل^۲ = ۰



شکل (۲۱)

جس کے یہ معنے ہوئے کہ ن ج کا طول عدداً ل^۲ کے مساوی ہے۔ اس کا جذر المربع مقناطیس کے "طول مساوی" ل کے برابر ہوگا۔

تجربہ (۱۲)۔ مقناطیس کے "طول مساوی" کی تعیین۔

تجربہ (۱۰) کی طرح آلات کو ترتیب دیکر ط اور عہ کے متعدد مشاہدات کئے جائیں، اور مربعدار کاغذ پر شکل (۲۱) کے بموجب ط^۲ اور مم$^{\frac{۲}{۳}}$ عہ کی ترسیم تیار کیجائے۔ پھر خط ا ب کو پیچھے بڑہاکر ط^۲ کے محور سے نقطہ ج پر منقطع کرایا جائے۔ خط ن ج کا طول ناپ لیا جائے اور اس کا جذر المربع نکالا جائے۔ جو جواب آئیگا ل کی قیمت ہے۔ مقناطیس کا "طول مساوی" اس کا دو چند ہوگا۔ اس کے بعد پورے مقناطیس کا طول ناپ لیا جائے اور نسبت

حساب کی جائے۔

معلق مقناطیس کا اہتزاز۔ مقناطیسیت پیما کے تجربوں سے مقناطیسی معیار اثروں اور میدانوں کی حدّت کا آپس میں مقابلہ تو ہوسکتا ہے، لیکن ان کی مطلق قیمتیں دریافت نہیں ہوسکتی ہیں۔ اس مقصد کے حصول کے لئے معیار اثر اور مقناطیسی میدان میں ایک مزید تعلق یا ربط معلوم ہونا ضروری ہے۔ اگر مقناطیس ایک مقناطیسی میدان میں لٹکایا جائے اور وضع سکون سے اس کو خفیف سا پھیر دیا جائے تو وہ اس وضع کے گرد اہتزاز کرنے لگتا ہے۔ وقتِ اہتزاز مقناطیس اور میدان کے لئے مخصوص و معیّن ہے۔ اگر اس کو و سے تعبیر کیا جائے تو

$$و = ۲ \pi \sqrt{\frac{مج}{م ف}}$$

یہاں مج سے مراد مقناطیس کے جمود کا معیار اثر ہے۔ م اور ف سے پیشتر کی طرح بالترتیب مقناطیسی معیار اثر اور میدان کی حدّت مراد ہے۔ جمود کے معیار اثر کو محولانہ حرکت کے ساتھ وہی تعلق ہے جو محض کمیت کو خطی حرکت کے ساتھ ہے۔ اگر مقناطیس سلاخ کی شکل کا ہے اور اپنے مرکز ثقل میں سے گزرنے والے محور کے گرد اہتزاز کرتا ہے تو اس کے جمود کا معیار اثر مج = کمیت $\left(\frac{ل^۲ + ض^۲}{۱۲}\right)$ جس میں ل = مقناطیس کا طول اور

ض = عرض - اگر مقناطیس کی عمودی تراش دائری ہو یعنے
اس کی شکل اسطوانے کی سی ہو تو ایسی صورت میں

$\text{ج} = \text{کمیت}\left(\frac{\text{ل}^{۲}}{۱۲} + \frac{\text{ص}^{۲}}{۴}\right)$ یہاں ص سے مراد تراش
کا نصف قطر ہے ۔

[ضابطہ اہتزاز کے ثبوت کے لئے ضمیمہ کتاب
میں تنبیہ نشان (۱) منجانب مترجم ملاحظہ ہو۔]

مقناطیسی میدانوں کا مقابلہ - چونکہ کسی جسم کے جمود
کا معیار اثر ایک محور کے گرد ہمیشہ مستقل رہتا ہے، مقناطیسی
میدانوں کے مقابلہ کا ایک اچھا طریقہ یہ ہے کہ ان میدانوں
میں ایک مقناطیس کے اہتزاز کا وقتِ دوران دریافت
کیا جائے - اگر میدان $\text{ف}_{۱}$ میں اس کا وقتِ دوران $\text{د}_{۱}$
ہو اور میدان $\text{ف}_{۲}$ میں $\text{د}_{۲}$ تو

$$\text{د}_{۱} = ۲\pi\sqrt{\frac{\text{ج}}{\text{م}\,\text{ف}_{۱}}} \quad \text{اور} \quad \text{د}_{۲} = ۲\pi\sqrt{\frac{\text{ج}}{\text{م}\,\text{ف}_{۲}}}$$

$$\therefore \frac{\text{د}_{۱}}{\text{د}_{۲}} = \sqrt{\frac{\text{ف}_{۲}}{\text{ف}_{۱}}}$$

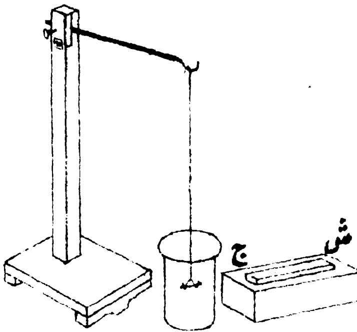
$$\text{یا} \quad \frac{\text{ف}_{۱}}{\text{ف}_{۲}} = \left(\frac{\text{د}_{۲}}{\text{د}_{۱}}\right)^{۲}$$

اگر ایک معینہ وقت د میں پورے اہتزازوں کی
تعداد ان میدانوں میں بالترتیب $\text{ع}_{۱}$ اور $\text{ع}_{۲}$ ہو تو، چونکہ

$$\text{د} = \text{ع}_{۱}\,\text{د}_{۱} = \text{ع}_{۲}\,\text{د}_{۲} \; -$$

$$\therefore \frac{\text{ف}_{۱}}{\text{ف}_{۲}} = \left(\frac{\text{ع}_{۱}}{\text{ع}_{۲}}\right)^{۲}$$

تجربہ (۱۳)۔ اہتزازوں کے ذریعہ سے مقناطیسی میدانوں کی نقشہ کشی۔ کوئی ۲ سم لمبی اچھی مقنائی ہوئی "سوئی" (مثلاً مقنائے ہوئے گھڑی کی کمانی کے ٹکڑے) کو ریشم کے ایک باریک ریشہ کے ذریعہ شکل (۲۲) کی طرح شیشہ کے گلاس کے اندر لٹکاؤ تاکہ اہتزاز کرتے وقت اس پر ہوا کے جھونکوں کا اثر نہ پڑے۔



شکل (۲۲)
مقناطیسی میدان میں سوئی کا اہتزاز

سوئی کے شمال یا جنوب کی طرف ایک سلاخی مقناطیس ش ج (سوئی کے مستوی اور اس کی سیدھ میں) قریب ترین قطب سے ۱۰ سنتی میٹر دور رکھو۔ دیکھو ایک دقیقہ میں سوئی کے کتنے اہتزاز واقع ہوتے ہیں۔ پھر مقناطیس کو ہٹا کر سوئی سے ۱۵، ۲۰، ۲۵ اور ۳۰ سم پر رکھو اور دیکھو ایک دقیقہ میں اب سوئی کے بالترتیب کتنے اہتزاز وقوع میں آتے ہیں۔ بالآخر مقناطیس کو سوئی کے پاس سے بالکل اٹھا لو اور سوئی کے اہتزاز محض زمین کے مقناطیسی میدان میں کتنے ہوتے ہیں دریافت کرو۔ پھر نتیجہ حسب ذیل جدول کی شکل میں لکھو:

سوئی کا فاصلہ مقناطیس سے	تعداد اہتزاز (ع)	(ع)^{2}	(ح + ف) $\propto$ ع^{2}	ح
۱۵ سنٹی میٹر				
۲۰ ״				
——				
∞			۰٫۳۷ (حیدرآباد کیلئے)	۰

چوتھے خانہ میں مقناطیس اور زمین کے میدانوں کا حاصل (ح + ف) بتایا گیا ہے۔ اس حاصل میدان کی قیمت ع^{2} سے متناسب ہوگی۔ مقناطیس کو سوئی کے پاس سے اٹھا لینے یعنے اس کو لاتناہی پر رکھنے سے سوئی محض زمین کے میدان میں اہتزاز کریگی۔ چونکہ اس کی قیمت حیدرآباد کے لئے ۰٫۳۷ مان لی جاسکتی ہے اس لئے (ح + ف) کی ہر ایک قیمت معلوم ہوسکتی ہے۔ آخری خانہ میں اکیلے مقناطیس کے میدان کی قیمت درج ہوئی ہے جو (ح + ف) کی قیمتوں میں سے ف کی قیمت کو وضع کرنے سے حاصل ہوتی ہے۔ مقناطیس سے سوئی کے فاصلوں کو مقطوعے اور ح کو معیّن مان کر ایک منحنی ترسیم کرو۔

مقناطیس کو سوئی کے مشرق یا مغرب کی طرف رکھ کر اور مثل سابق اب بھی اس کو شمال وجنوب کی سمت میں لٹائے ہوئے، یہ تجربے دوہرائے جائیں۔ سوئی کا فاصلہ مقناطیس کے بیچ کے نقطہ سے ناپا جائے۔

زمین کے مقناطیسی میدان کی تعیین - مقناطیسیت پیما کے ساتھ تجربہ (۹) جو کیا گیا تھا اُس سے ھ اور ف

کی نسبت دریافت ہوئی تھی کیونکہ $\frac{\text{م}}{\text{ف}} = \frac{\text{ط}^{3}}{2}$ س ع ۔
مقناطیس کے اہتزاز کے تجربہ سے یعنی (تجربہ ۱۳ سے)
م اور ف کا حاصل ضرب معلوم ہوجاتا ہے اس لئے
کہ $\text{د} = 2\pi\sqrt{\frac{\text{مج}}{\text{مف}}}$ یا $\text{مف} = \frac{4\pi^{2}\text{ج}}{\text{د}^{2}}$ ۔ پہلی اور
دوسری مساواتوں کو ایک دوسرے کے ساتھ ترتیب دینے سے
$\frac{\text{م}}{\text{ف}} \times \text{مف} = \text{م}^{2}$ حاصل آتا ہے یا $\text{مف} \div \frac{\text{م}}{\text{ف}} = \text{ف}^{2}$
یعنے م اور ف دونوں کی مطلق قیمتیں معلوم ہوجاتی ہیں۔

تجربہ (۱۴) زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدّت (ف) کی تعیین۔ جس جگہ کے ف کی تعیین مقصود ہو وہاں پہلے مقناطیسیت پیما رکھا جائے اور سلاخی مقناطیس کے ذریعہ اس کو منصرف کرکے $\frac{\text{م}}{\text{ف}}$ کی قیمت معلوم کرلی جائے۔ اس کے بعد مقناطیسیت پیما کو اٹھاکر وہاں ریشم کے تار سے سلاخی مقناطیس کاغذ کی رکاب میں رکھ کر لٹکایا جائے۔ چلرکنی گھڑی کے ذریعہ مقناطیس کے ۵۰ اہتزازوں کی مدت دریافت کی جائے۔ اور اس سے وقت دوران د حساب کرلیا جائے۔ اس تجربہ میں مقناطیس اپنی وضع سکون کے دونوں جانب صرف چند ہی درجوں تک پھرنا چاہیئے، اور مکمل اہتزاز گنے جانے چاہئیں تاکہ ضابطہ صادق آئے۔ مکمل اہتزاز اسوقت ہوتا ہے جبکہ مقناطیس اپنی وضع سکون سے نکل کر ایک جانب جاتا ہے اور پھر وضع سکون میں سے نکل کر پیشتر ہی کی جانب——

گذرا چاہتا ہے۔ اب مقناطیس تول لیا جائے اور اس کے طول و عرض کو ناپ کر ازروے ضابطہ اس کے جمود کا معیار اثر مج حساب کر لیا جائے۔ اس سے م ف کی قیمت دریافت ہوتی ہے۔ اور بالآخر م اور ف کی مطلق قیمتیں نکل آتی ہیں۔

دوسرے باب کی مشقیں

(۱)۔ ایک مقناطیس کے اہتزاز کے ذریعہ دو مقناطیسی میدانوں کا مقابلہ کس طرح کیا جا سکتا ہے؟

(۲)۔ مقناطیسی معیار اثر کی تعریف کرو۔ طریقہ انصراف کے ذریعہ مقناطیسوں کے معیار اثروں کا باہمدیگر مقابلہ کس طور پر ہو سکتا ہے لکھو۔

(۳)۔ ایک چھوٹے سلاخی مقناطیس کا معیار اثر م ہے۔ بتاؤ اُس کے بیچ کے نقطہ سے اس کے مقناطیسی محور کے علی القوائم سمت میں فاصلہ ط پر اس کے میدان کی حدت تقریباً $\frac{م}{ط^۳}$ ہے۔

(۴)۔ ایک چھوٹا مقناطیس زمین کے مقناطیسی میدان میں جب اہتزاز کرتا ہے تو ۱۵۰ ثانیوں میں اس کے ۲۰ مکمل اہتزاز ہوتے ہیں۔ جب اس کو ایک ایسے سلاخی مقناطیس کے ٹھیک شمال کی جانب رکھتے ہیں جو مقناطیسی نصف النہار میں واقع ہے۔ اور جس کے شمالی قطب کا رخ شمال ہی کی طرف

ہے، تو وہ ۸۰ ثانیوں میں ۲۰ مرتبہ اہتزاز کرتا ہے۔ زمین کے مقناطیسی میدان کی حدت کو ۰.۱۸ مان کر سلاخی مقناطیس کے میدان کی حدت اہتزاز کرنے والے مقناطیس کے پاس دریافت کرو۔

(۵)۔ محض زمین کے مقناطیسی میدان میں ایک چھوٹا معلق مقناطیس ۳۵ ثانیوں میں ۱۰ بار اہتزاز کرتا ہے۔ اس کے ٹھیک مشرق کی جانب جب ایک سلاخی مقناطیس لایا جاتا ہے، جس کے ج سرے کا رخ شمال کی طرف ہوتا ہے، تو معلق مقناطیس ۵۵ ثانیوں میں ۲۰ بار اہتزاز کرتا ہے۔ دریافت کرو کہ اس کے اہتزاز کی مدت کیا ہوگی جبکہ سلاخی مقناطیس کو اسکے سابقہ مقام ہی پر رکھکر الٹا دیا جاتا ہے، اس طرح کہ ش قطب کی جگہ ج ہو اور ج کی جگہ ش۔

(۶)۔ مقناطیس کے مقناطیسی معیار اثر اور مقناطیسی محور کی تعریفیں لکھو اور تجربہ کے ذریعہ ان دونوں میں سے کسی ایک کی تعیین کا طریقہ بیان کرو۔

(۷)۔ اکائی مقناطیسی قطب اور ایک نقطہ پر کے مقناطیسی میدان کی حدت کی تعریف لکھو

ایک سلاخی مقناطیس ۱۰ سم لمبا ہے اور اس کے قطب کی قیمت ۱۰۰ اکائیاں ہے۔ قطبین سے ۲۰ سم پر میدان کی حدت کیا ہوگی؟

(۸)۔ افقی مستوی میں آزادانہ اہتزاز کرنے والے مقناطیس کا وقت دوران کن امور کے تابع ہے؟

دو سلاخی مقناطیس ایک دوسرے کے پہلو میں رکھ کر باندھ دیئے جاتے ہیں اور ان کو اس طرح

لٹکایا جاتا ہے کہ وہ افقی مستوی میں اہتزاز کرتے ہیں۔ جب ان کے مشابہ قطب ایک ہی سمت میں ہوتے ہیں تو وقتِ اہتزاز ۱۲ ثانیہ ہے اور جب ان میں سے ایک مقناطیس کا رخ الٹ دیا جاتا ہے تو وقت اہتزاز ۱۶ ثانیہ ہے۔ ان کے مقناطیسی معیار اثروں کی نسبت دریافت کرو۔ [ل۔ ی۔]

(۹)۔ (ل) اکائی مقناطیسی قطب اور (ب) مقناطیسی معیار اثر کا مفہوم کیا ہے؟

ایک پتلا مقناطیس ۲۰ سم لمبا، جس کا شمال نما سرا جنوب کی طرف رخ کئے ہوئے ہے زمین کے افقی مقناطیسی میدان (ف = ۰.۲ س گ ث) کو اپنے قطبین سے ۱۰ سم فاصلوں پر ٹھیک تلف کرتا ہے۔ بتاؤ اس کا مقناطیسی معیار اثر کیا ہے۔
[ل۔ ی۔]

(۱۰)۔ مقناطیسی سوئی کے اہتزاز کی مدت مشاہدہ کرکے مقناطیسی میدانوں کی حدت کا آپس میں مقابلہ کرنے کا جو طریقہ ہے اسکو بیان کرو۔

ایک چھوٹا مقناطیس زمین کے افقی مقناطیسی میدان میں ۴ ثانیہ کی مدت میں ایک بار اہتزاز کرتا ہے۔ جب اس کے قریب ایک دوسرا مقناطیس رکھا جاتا ہے تو وہ ۱۶۰ ثانیوں میں ۵۰ بار اہتزاز کرتا ہے۔ مقناطیس اور زمین کے میدانوں کی حدت کا آپس میں مقابلہ کرو، یہ فرض کرکے کہ دونوں میدان یا تو ایک ہی سمت میں عمل کرتے ہیں یا مخالف سمتوں میں۔ [ل۔ ی۔]

(۱۱)۔ دو مقناطیسی قطبوں کے مابین عمل کرنے والی قوّت کا قاعدہ کیا ہے؟۔ ایک مقناطیس کا معیار اثر ۳۰۰ اکائیاں ہے اور اس کے قطبین کے بیچ میں ۱۰ سم فاصلہ ہے۔ دریافت کرو کہ یہ مقناطیس ۱۰ اکائی قیمت کے قطب پر جو اس کے محور پر اس کے بیچ کے نقطہ سے ۲۵ سم دُور واقع ہو کس قوّت سے عمل کرتا ہے۔ [ل۔ی۔]

(۱۲)۔ زمین کے مقناطیسی میدان کے افقی جزو کی تعیین کا کوئی طریقہ بیان کرو۔

(۱۳)۔ ایک سلاخی مقناطیس ۸ سم لمبا ہے اور اس کے قطب ٹھیک اس کے سروں پر واقع ہیں۔ ترسیمی طریقہ سے، مندرجہ ذیل نقطوں پر (قطبین سے جنکے فاصلے دئے جاتے ہیں) اس کے مقناطیسی میدان کی سمت دریافت کرو:۔ (ل) ش قطب سے ۴ سم اور ج قطب سے ۹ سم۔ (ب) ش قطب سے ۶ سم اور ج قطب سے ۸ سم۔ (ج) ش قطب سے ۷ سم اور ج قطب سے ۵ سم۔ [جامعۂ ایڈلیڈ]

(۱۴)۔ مقناطیسی معیار اثر سے کیا مراد ہے؟

ایک چھوٹا مقناطیس افقی مستوی میں اس طرح رکھا ہوا ہے کہ اس کا محور (مقناطیسی) نصف النہار کے متوازی ہے، اور اس کے ش نما قطب کا رخ جنوب کی طرف ہے۔ امتحان کرنے سے یہ بات معلوم ہوئی کہ مقناطیس کے محور پر اس کے وسطی نقطہ سے ۵۰ سم جنوب کی طرف زمین کے میدان

کا حاصل صفر ہے۔ اگر اول الذکر کی قیمت ۲۰ر۰ ڈائین مانی جائے تو مقناطیس کے معیار اثر کی حسابی تخمین کرو۔ [ل۔ ی۔]

(۱۵) مقناطیسی میدان، میدان کی حدت، خطوط قوت، مقناطیسی معیار اثر، اور اکائی قطب کی تعریفیں لکھو۔
۱۴ سم لمبے، ۷ اکائی قیمت کے قطب والے مقناطیس کو اگر ۱۷ر۰ ڈائین حدت کے میدان کی سمت کے ساتھ ۶۰° زاویہ پر مائل رکھا جائے تو اس پر کس معیار اثر کا جفت عمل کریگا؟ [جامعہ پنجاب]

تیسرا باب

زمین کی مقناطیسیت

زمین کا حاصل مقناطیسی میدان ۔ دوسرے باب میں زمین کے مقناطیسی میدان کے صرف افقی جزو سے بحث کی گئی تھی ۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مقناطیسیت زمین کے متعلق سب سے زیادہ مشہور اور سادہ ترین جو آلہ یعنے کمپاس سوئی ہے اس میں اسی افقی جزو کے عمل کی بدولت سوئی شمال و جنوب کی سمت اختیار کرتی ہے ۔ سوئی کا افقی وضع میں ٹھہرنا کوئی تعجب کی بات نہیں اس لئے کہ بنانے والا خود اس کو رکاب میں یا کھونٹی پہ عمداً افقی وضع میں ترتیب دیتا ہے ۔

یہ معلوم کرنے کے لئے کہ آیا زمین کے مقناطیسی میدان کی سمت حقیقتاً افقی ہے یا نہیں سوئی کو مقنانے سے پہلے ٹھیک تعادل کی حالت میں ترتیب دینا چاہئیے ۔ پھر اس کو مقنا کر اس طرح لٹکانا چاہئیے کہ وہ انتصابی ستوی میں آزادانہ حرکت کر سکے ۔ اب معلوم ہو جائیگا کہ سوئی عموماً

افقی وضع میں نہیں ٹھہرتی ۔ زمین کے شمالی نصف کرے میں سوئی کا ش سرا جھک جائیگا اور جنوبی کرے میں اس کا ج سرا جھکیگا ۔ پس اس سے ظاہر ہے کہ زمین کا مقناطیسی میدان عموماً زمین کی سطح (یعنے مستوی سطح) کے ساتھ مائل ہے ۔

معمۂ اگر نرم لوہے کی ایک سلاخ شمال و جنوب کی سمت میں رکھی جائے تو زمین کے مقناطیسی میدان کے زیر اثر وہ مقناطیس بن جاتی ہے ۔ شمال کی طرف جس سرے کا رخ ہوتا ہے وہ ش قطب بنتا ہے اور دوسرا سرا ج قطب ۔ اگر سلاخ کو انتصاباً رکھا جائے تو بھی اس میں مقناطیسیت سرایت کر جاتی ہے ۔ شمالی نصف کرے میں سلاخ کا نیچے والا سرا ش قطب بنتا ہے، اور اوپر والا ج قطب ۔ اگر سلاخ مائل مقناطیسی سوئی کی سمت میں رکھی جائے تو وہ اور بھی زیادہ شدت سے مقنائی جاتی ہے ۔ ان وضعوں میں رکھ کر اگر سلاخ کو خفیف سا ٹھپکا جائے تو مقنانے میں مدد ملتی ہے ۔ اگر نہ مقنائی ہوئی فولاد کی سلاخ استعمال کی جائے تو اس کو مقنانے کے لئے بہت شدت کے ساتھ ضرب لگانے ہونگے ۔

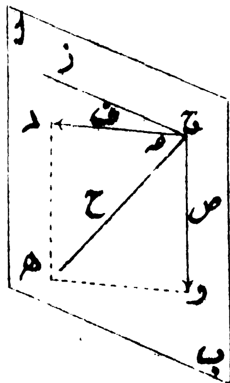
تجربہ (۱۵) زمین کے مقناطیسی میدان

کے ذریعہ لوہے کی سلاخ کو مقنانا ۔ کوئی ۱۸ انچ لمبی اور $\frac{1}{4}$ انچ قطر کی نرم لوہے کی ایک سلاخ کو افقی مستوی میں شمال و جنوب کے خط پر رکھ کر آہستہ آہستہ ٹھونکو ۔ اس کے بعد اس کے سروں کے پاس (دیکھے بعد دیگرے) ایک کمپاس سوئی لیجا کر ان کی قطبیت کا امتحان کرو ۔ اسی طرح

سلاخ کو انتصاباً رکھ کر یہی عمل کرو، اور اس کے سروں کی قطبیت کا امتحان کرو۔

سلاخ کو انتصابی مستوی میں جو شمال و جنوب میں سے گزرتا ہو (یعنے نصف النہار کے مستوی میں) افق کے ساتھ مقناطیسی میلان کے زاویہ پہ مائل رکھ کر خفیف سا ٹھوکو اور اس کے بعد کمپاس سوئی کے ذریعہ اس کی قطبیت کا امتحان کرو۔
[نوٹ۔ حیدرآباد میں یہ زاویہ تقریباً ۲۰° ہے]

مقناطیسی انصراف اور میلان۔ اس سے تقریباً ہر کوئی واقف ہے کہ کمپاس سوئی ٹھیک جغرافی شمال و جنوب کی سمت نہیں بتاتی ہے۔ پس زمین کے مقناطیسی میدان کی سمت بالعموم نہ تو افقی ہے اور نہ جغرافی نصف النہار میں۔ شکل (۲۳) اگر انتصابی مستوی ا ب جغرافی نصف النہار کو، یعنے اس مستوی کو جو مقام مشاہدہ اور زمین کے محور گردش میں سے گزرتا ہو، تعبیر کرے۔ تو مقناطیسی نصف النہار یعنے وہ انتصابی مستوی جس میں ایک بالکلیہ آزادانہ لٹکائی ہوئی سوئی کا محور واقع ہے، مستوی



شکل (۲۳)
مقناطیسی انصراف اور میلان

ا ب کے ساتھ ہر ہر مقام پہ ایک ایک معین زاویہ بنائیگا۔ فرض کرو مستوی ج ط ھ و زمین کے ایک مقام پہ

اس کی وضع کی تعبیر کرتا ہے۔ ان جغرافی اور مقناطیسی نصف النہاردں کے میلان کا زاویہ ز ج د مقناطیسی انصراف کا زاویہ کہلاتا ہے۔

زاویہ د ج ھ جو زمین کے حاصل مقناطیسی میدان اور اس کے افقی جزد کے مابین کا زاویہ ہے مقناطیسی میلان کہلاتا ہے۔ یہ ایک مقناطیسی ہوئی مقناطیسی نصف النہار کے مستوی میں آزادانہ پھر سکنے والی سوئی کے جھکاؤ کا زاویہ ہے۔

حاصل مقناطیسی میدان کی حدت ج ھ کی، جس کے لئے علامت ح تجویز ہوئی ہے، دو اجزاء میں تحلیل ہوسکتی ہے۔ ایک جزو افقی (ف) ہے اور دوسرا انتصابی (ص)۔ چونکہ مثلث ج د ھ اور ھ و ج کے زاوئے د اور و قائمہ ہیں اس لئے۔

$$\text{مس عہ} = \frac{\text{ص}}{\text{ف}} \quad \text{اور} \quad \text{ح}^2 = \text{ف}^2 + \text{ص}^2$$

سطح زمین پر کسی مقام کے مقناطیسی انصراف، مقناطیسی میلان اور ف، ص، ح اس مقام کے مقناطیسی عناصر کے نام سے مشہور ہیں۔ اور اگر ان میں سے انصراف اور کوئی اور دو عنصر معلوم ہوں تو باقی دوسرے عنصر کی بھی حسابی تعیین ہو جاتی ہے۔

عام طور پر صرف ان تین مقناطیسی عناصر کی تعیین کیجاتی ہے:-

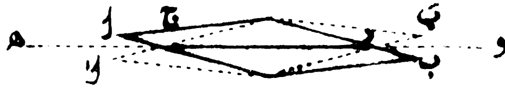
انصراف، میلان، اور زمین کے مقناطیسی میدان کا افقی جزو ف۔ ف کی پیمائش کا طریقہ اس سے پہلے ہی بیان ہوچکا ہے۔

مقناطیسی انصراف کی پیمائش ۔کسی مقام کا مقناطیسی انصراف معلوم کرنے کے لئے جغرافی نصف النہار اور مقناطیسی نصف النہار کی وضعیں دریافت کی جانی چاہئیں ۔جغرافی نصف النہار کی تعیین علم ہیئت کے طریقہ سے ہوسکتی ہے۔ اس کے لئے کیو (K E W) کے نمونہ کا مقناطیسیت پیما چاہئے ۔مقام مشاہدہ کا طول بلد' وقت کی مساوات اور آلہ کے صلیبی تاروں پر سے آفتاب کے مرور کا وقت مشاہدہ کرنے سے آفتاب کا مقام معلوم ہوجاتا ہے اور اس سے جغرافی نصف النہار کی وضع دریافت ہوجاتی ہے ۔مقناطیسی نصف النہار کی تعیین کے لئے اس کیو والے مقناطیسیت پیما سے کام لیا جاسکتا ہے ۔سہولت مقصود ہو اور زیادہ صحت کی ضرورت نہ ہو تو ایک معمولی کمپاس سوئی کو لٹکاکر بھی تجربہ کیا جاسکتا ہے ۔پہلے سوئی کی ایک سطح کو اوپر رکھکر سوئی لٹکائی جائے اور اس کے ہندسی محور کی سمت دریافت کرلی جائے ۔ اس کے بعد سوئی کو پلٹا کر اس کی نیچے کی سطح اوپر کی جائے اور پیشتر کی طرح اس کو لٹکایا جائے ۔ ہندسی محور کی اب جو سمت دریافت ہوگی اس کے اور پہلے کی سمت کے درمیانی زاویہ کے منصف کی سمت' مقناطیسی نصف النہار کی صحیح سمت ہے ۔

اس کے سمجھنے کے لئے پہلے یہ معلوم ہونا چاہئیے کہ مقناطیس کے مقناطیسی محور سے کیا مراد ہے ۔اگر مقناطیس باریک سوئی کی شکل کا ہو تو اس کا مقناطیسی محور فوراً دریافت ہوجاتا ہے اس لئے کہ یہ مجوزہ سوئی کے سروں کو ملانے والا خط ہوتا ہے ۔

لیکن عموماً مقناطیس ایسی سادہ شکل کے نہیں ہوتے

اکثر مقناطیس شکل (۲۴) کے مشابہ ہوتے ہیں۔ اس لئے



شکل (۲۴)
مقناطیس کا مقناطیسی محور

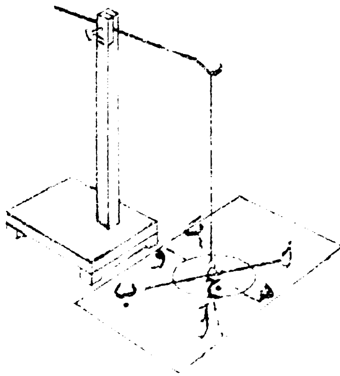
ان کے قطب ان کے سروں کے پاس ایک وسیع رقبہ پر پھیلے ہوئے ہوتے ہیں۔ ایسی صورت میں قطب سے وہ نقطہ مفہوم ہوتا ہے جہاں مرکز ثقل کی طرح تمام ایک ہی نوعیت کی مقناطیسیت کا حاصل عمل کرے۔ اور حاصل قطبیت کے ان نقطوں کو ملانے والا خط مقناطیسی محور ہے۔
جب مقناطیس بالکل آزادانہ لٹکایا جاتا ہے، تو وضع سکون میں اس کا مقناطیسی محور مقناطیسی میدان کی سمت میں ہوتا ہے۔ مقناطیسی قطبیت کے نقطوں کی تعیین مشکل ہے لیکن ساتھ ہی ہمیں معلوم ہے کہ معلق مقناطیس کے مقناطیسی محور کی وضع میدان کی وضع ہے اس لحاظ سے مقناطیسی محور کی تعبیر اس خط کے ذریعہ ہوسکتی ہے جو مقناطیس کو بالکل آزادانہ کسی بھی مقناطیسی میدان میں لٹکانے سے اس کی وضع سکون میں میدانکی سمت اختیار کرتا ہے۔
مثلاً اگر شکل (۲۴) میں خط ج ہ مقناطیس ا ب کا

مقناطیسی محور ہے تو مقناطیس کی حالتِ تعلیق اور وضع سکون میں ج د کی سمت مقناطیسی نصف النہار ھ و کی سمت ہوتی ہے۔ اگر مقناطیس کو الٹ کر (یعنے پہلے اس کی جو سطح اوپر تھی نیچے کردی جائے اور نیچے کی سطح اوپر) لٹکایا جائے تو اس وضع میں بھی مقناطیسی محور ج د مقناطیسی نصف النہار کی سمت میں واقع ہوگا۔ لیکن اب مقناطیس کی وضع بدلکر ا َب ہوجائیگی۔ پس مقناطیسی نصف النہار خطوط ا ب اور ا َ بَ کے درمیانی زاویہ کی تنصیف کرتا ہے۔

تجربہ (۱۶)۔ مقناطیسی نصف النہار اور ایک مقناطیس کے محور کی تعیین۔ مقوے کے دو مساوی قرص کترلو اور ان کے بیچ میں کئی ایک تقریباً متوازی مقناطیسی سوئیوں کو موم یا کسی اور مناسب چیز کے ذریعہ جمادو۔ قرص اب ایک "مرکب" مقناطیس کا کام دے سکتے ہیں جس کے مقناطیسی محور کی تلاش مقصود ہے۔ محیط پر کوئی سے دو نقطے جو ایک ہی قطر پر واقع ہوں نشان کردیئے جائیں اور سیاہی سے ایک واضح خط کھینچکر ان کو ملا دیا جائے۔ اسی طرح ٹھیک اس خط کے نیچے مرکب قرص کی نیچے کی سطح پر ایک دوسرا خط کھینچا جائے۔ مناسب ٹیکن کے ذریعہ اس مرکب قرص یا مقناطیس کو باریک ریشہ سے باندھ کر متوازی الافق آزادانہ لٹکایا جائے اس کے ذرا ہی نیچے نقشہ کشی کا ایک کاغذ بچھا دیا جائے۔ قرص (یا مقناطیس) شکل (۲۵) کی طرح ایک خاص وضع سکون اختیار کرلیتا ہے اس حالت میں اس کے نشان کئے ہوئے قطر کی سمت ا ب نقشہ کشی کے کاغذ پر درج

کرلی جائے۔ پھر قرص کو الٹ کر دوسرے جانب سے لٹکایا جائے۔

اب نشان کئے ہوئے قرص کی وضع سکون اَبَ کچھ اور ہوگی۔ کاغذ پر یہ سمت بھی درج کرلیجائے اور اب اور اَبَ کے درمیانی زاویہ کی خط ھ د کے ذریعہ تنصیف کی جائے۔ ھ د کی سمت مقناطیسی نصف النہار کی سمت ہوگی اطمینان کے لئے مقناطی ہوئی لمبی کشیدہ کاڑھنے کی سوئی کو لٹکاکر اس سمت کا امتحان کرلیا جائے۔ کاغذ پر جو منصّف ھ د کھینچا گیا ہے مرکب مقناطیس کے مقناطیسی محور ج ہ کے ساتھ منطبق ہے۔



شکل (۲۵)
مقناطیسی نصف النہار کی تعین

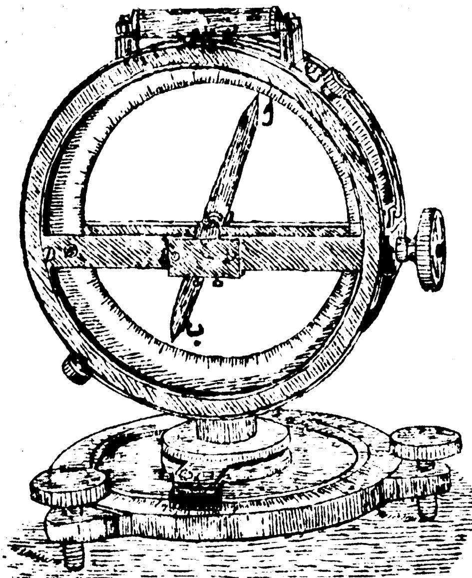
اس تجربہ سے واضح ہے کہ اگر قرصوں کے بیچ میں مقناطیسوں کے محور مختلف وضعوں میں رکھے جائیں جس کی وجہ سے مرکب مقناطیس کے محور کی صحیح وضع غیر معلوم ہو تو بھی اسی طریقہ سے کوئی سے دو قطر ٹھیک ایک دوسرے کے نیچے (قرصوں کی سطحوں پر) کھینچکر مقناطیسی محور کی وضع دریافت کرلی جاسکتی ہے۔

مقناطیسی میلان کے زاویہ کی تعیین۔ مقناطیسی میلان

ناپنے کے آلہ کو میلان کا دائرہ کہتے ہیں۔ شکل (۲۶) کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ یہ آلہ ایک انتصابی دائرے پر مشتمل ہے جس کے مرکز پر مائل مقناطیسی سوئی بذریعہ ایک باریک مضبوط دھری کے (جو سوئی کے ٹھیک مرکز ثقل میں سے عمود دار گزرتی ہے) سنگ اجیٹ کے دو مجلاّ باڑھ دار سہاروں پر معلق رکھی جاتی ہے۔ انتصابی دائرہ اور اس سے جڑے ہوئے اجیٹ کے سہارے ایک انتصابی محور کے گرد پھرائے جاسکتے ہیں۔ دائرے کی سمت کا زاویہ (السمت) یعنے وہ زاویہ جو دائرے کے مستوی اور ایک ثابت حوالہ کے مستوی کے مابین واقع ہوتا ہے ایک افقی دائری پیمانہ اور کسر پیماؤں کی مدد سے ناپ لیا جاسکتا ہے۔ مقناطیسی سوئی اجیٹ کے باڑھ دار سہاروں پر سے بذریعہ ۷ نما ٹیکنوں کے (جو اس شکل میں بتائے نہیں گئے ہیں) اٹھائی جاسکتی ہے۔ اور جب ضرورت ہو ان پر رکھ دی جاتی ہے۔ سوئی کی دھری کے سرے سوئی کو اجیٹ کے سہاروں پر سے اٹھانے اور اس پر بٹھانے والی ٹیکن کے ۷ نما گڑھوں میں ٹِک جاتے ہیں۔ اس طریقہ سے مقناطیس کا محور ہمیشہ انتصابی دائرے کے مرکز پر لالیا جاسکتا ہے اور ساتھ ہی سوئی کی دھری اجیٹ کے سہاروں پر معلق رکھی جاسکتی ہے۔ اگر اس کی آزادی میں ذرا بھی رکاوٹ پیدا ہو تو ۷ نما ٹیکنوں کے ذریعہ اس کو اٹھاکر صحیح وضع میں رکھ دیا جاسکتا ہے۔

استعمال سے پہلے میلان کے دائرے کے مستوی کو افق گیر اور پیچدار پایوں کے ذریعہ انتصابی وضع میں ترتیب دیتے ہیں۔ بعد میں اس کو اس کے انتصابی محور

پر پھیر کر بالآخر ایسی وضع میں لاتے ہیں کہ مقناطیس انتصاباً
کھڑا ہو جاتا ہے یعنے دائرے کے پیمانہ پر مقناطیس کے
دونوں سرے ۹۰° پر ٹکتے ہیں۔ ایسی حالت میں دائرے کا
مستوی مقناطیسی نصف النہار پر عمود وار واقع ہوتا ہے۔ اب
آلہ کو اس کے افقی پیمانہ کے لحاظ سے بقدر ۹۰° پھیریں
تو انتصابی دائرے کا مستوی یعنے سوئی کے اہتزاز کرنے
کا مستوی ٹھیک مقناطیسی نصف النہار سے منطبق ہوتا ہے۔

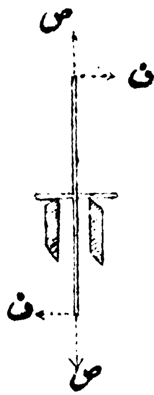


شکل (۲۶)
میلان کا دائرہ

اس کی وجہ یہ ہے کہ جب مقناطیس کے اہتزاز کا مستوی
مقناطیسی نصف النہار کے علی القوائم ہوتا ہے، زمین کے
میدان کا افقی جزو (ف) محور اہتزاز کے متوازی ہوتا
ہے، اور اسلئے کوئی ایسا جفت پیدا نہیں ہوتا جو مقناطیس کو

اس محور کے گرد گھمانے کا متقاضی ہو۔ ملاحظہ ہو شکل (۲۷)۔ پس زمین کا انتصابی جزو (ص) مقناطیس کو انتصابی وضع میں پھیر لیتا ہے۔

شکل (۲۶) میں جو آلہ بتایا گیا ہے اس میں سوئی کی نوکیں پیمانہ کے نشانوں کے بالکل قریب ہیں۔ اس لئے ان کے نشانات پڑھنے میں بہت قلیل خطار کا امکان ہے۔ اندازے سے ان سوئیوں کی نوکوں کے نشان تقریباً ایک درجہ کے دسویں حصہ تک پڑھے جا سکتے ہیں۔



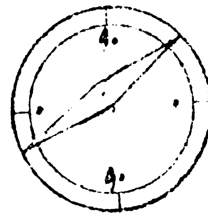
شکل (۲۷)
مائل سوئی کے سہارے

اگر اس سے زیادہ صحت مطلوب ہو تو کم طاقت خرد بینوں سے مدد لی جا سکتی ہے جن کے قالب انتصابی دائرے کے گرد گھومتے ہیں۔ خرد بینوں کے صلیبی تاروں کے مقام کسر پیماؤں کے ذریعہ مشاہدہ کر لئے جاتے ہیں جو انتصابی دائری پیمانے پر حرکت کرتے ہیں۔

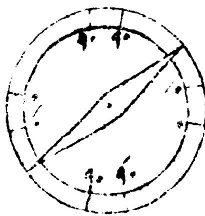
میلان کے دائرے کے مستوی کو مقناطیسی نصف النہار میں لانے کے بعد چار خطاؤں کی تصحیح کرنی پڑتی ہے جس کے لئے سولہ مشاہدے کرنے چاہئیں۔ مندرجہ ذیل خطاؤں کا احتمال ہے:

(۱) مقناطیس کی گردش کا محور دائری پیمانہ کے مرکز میں سے نہ گزرتا ہو۔ یہ نقص شکل (۲۸) میں مبالغہ کے ساتھ بتایا گیا ہے۔اس کی تصحیح کے لئے سوئی کی دونوں نوکوں کے نشانات پڑھ لئے جانے چاہئیں۔ ان نشانوں کا اوسط اس خطا سے پاک ہوگا۔

(۲)۔ پیمانہ کے صفروں کو ملانے والا خط ٹھیک متوازی الافق نہ ہو۔ اس نقص کی وجہ سے مقناطیسی میلان کا زاویہ صحیح زاویہ سے بڑا یا چھوٹا ناپے جانے کا احتمال ہے۔ شکل (۲۹) کے معائنہ سے ظاہر ہوگا کہ اگر خطِ صفر کی وضع ۔۔۔ ہے تو پہلی صورت پیش آتی ہے اور اگر اس کی وضع ب۔۔ب ہے تو دوسری صورت۔ میلان کے



شکل (۲۸)
خارج المرکزی کی خطا،



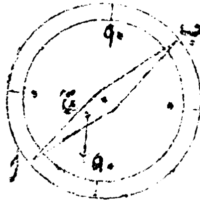
شکل (۲۹)
افق سے انحراف کی خطا

دائرے کو اس کے انتصابی محور کے گرد افقی پیمانہ کے ذریعہ پیمائش کرکے ۱۸۰° گھمانے سے یہ خطا منقلب ہوجاتی ہے ملاحظہ ہو شکل (۲۶)۔ پس دائرے کو اس طرح پھیر کر

مشاہدات متذکرہ (۱) دوہرائے جاتے ہیں۔

(۳) مقناطیس کا مقناطیسی محور اس کے ہندسی محور سے منطبق نہ ہو۔ اس خطا کے متعلق تجربہ (۱۲) کی تمہید میں بحث ہوئی ہے۔ مقناطیس کو پلٹا کر اس کے سہاروں پہ رکھ دیا جاتا ہے اور مشاہدات متذکرہ (۱) اور (۲) دوہرائے جاتے ہیں۔

(۴)۔ مقناطیس کا مرکز ثقل اس کے محور اہتزاز پہ واقع نہ ہو۔ ایسی حالت میں جاذبہ ارض کی وجہ سے سوئی پہ ایک حیلی جفت عمل کرے گا جس کی وجہ سے میلان یا بڑھ جائیگا یا گھٹ جائے گا۔



شکل (۳۰) میں مقناطیس کا سرا (ل) زیادہ بھاری ہے کیونکہ مرکز ثقل نقطہ ج پہ واقع ہے۔ اس لئے مقناطیس کو دوبارہ مقناکر اس کی مقناطیسیت الٹ دی جانی چاہئیے

شکل (۳۰)

مرکز ثقل کی خطاء

تاکہ بجائے (ل) کے اب (ب) جھک جائے۔ جس طرح قبل ازیں سارے مشاہدات زاویہ میلان کی حقیقت سے

زیادہ قیمتیں بتاتے تھے، اب حقیقت سے کم قیمتیں بتائینگے۔ پس جملہ ۱۶ مشاہدوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ ان کو حسب ذیل تفصیل میں درج کرکے ان کے اوسط کو صحیح زاویہ میلان مانا جا سکتا ہے :-

		اوپر کے سرے کا نشان	نیچے کے سرے کا نشان
مقناطیس کا سرا (ا) جھکا ہوا ہے	درجہ دار انتصابی دائرے کا رخ مشرق کیطرف ہے ″ ″ ″ ″ ″ مغرب ″ ہے مقناطیس کو پلٹا کر اسکے سہاروں پر رکھا جاتا ہے درجہ دار انتصابی دائرے کا رخ مغرب کی طرف ہے ″ ″ ″ ″ ″ مشرق ″ ″		
مقناطیس کا سرا (ب) جھکا ہوا ہے	درجہ دار انتصابی دائرے کا رخ مشرق کی طرف ہے ″ ″ ″ ″ ″ مغرب ″ ″ مقناطیس کو پلٹا کر اسکے سہاروں پر رکھا جاتا ہے درجہ دار انتصابی دائرے کا رخ مغرب کی طرف ہے ″ ″ ″ ″ ″ مشرق ″ ″		
	میزان		

مقناطیسی میلان کے زاویہ کی اوسط قیمت =

تجربہ (۱۷)۔ مقناطیسی میلان کی پیمائش۔

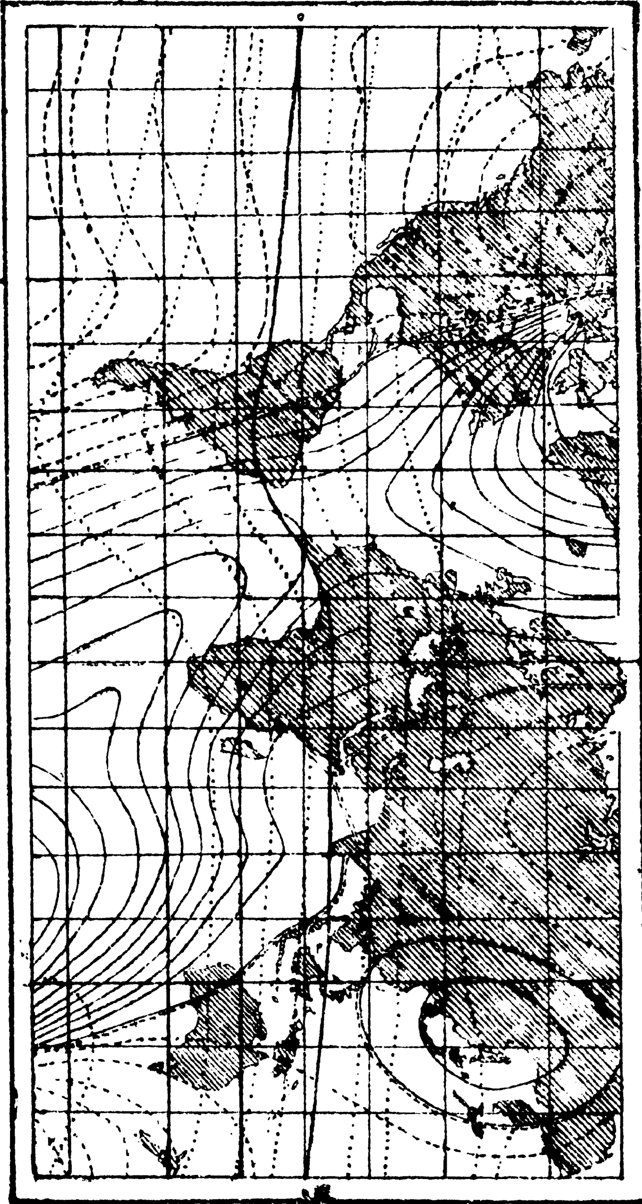
مصرحہ بالا ہدایتوں پر عمل کرکے مقناطیسی میلان کے دائرے

کے ذریعہ زاویہ میلان کی تعیین کی جائے۔

مقناطیسی نقشے۔ سطح زمین پر اکثر جگہ مقناطیسی انحراف، میلان، اور افقی میدان کی حدت کا مشاہدہ ہوا ہے (اور ہوتا جاتا ہے)۔ بنظر سہولت ان مشاہدات کے نتائج نقشوں پر درج کردئے جاتے ہیں۔ اس کے کئی طریقے ہیں لیکن سب سے عام طریقہ یہ ہے کہ ہمقیمت مقناطیسی عنصر والے مقاموں کو ان پر سے خطوط کھینچکر ملا دیا جاتاہے۔

ہمزاوئی خطوط۔ یہ وہ خطوط ہیں جو مساوی مقناطیسی انحراف کے مقاموں پر سے گزرتے ہیں۔ شکل (۳۱) میں ہمزاوئی خطوط جلی قلم سے کھینچے گئے ہیں۔ ان میں سے بعض مسلسل ہیں اور بعض نقطہ دار۔ یہ سب جغرافی شمال و جنوب کے قطبین میں سے گزرتے ہیں۔ اِن قطبین کے علاوہ وہ دو اور نقطوں پر سے گزرتے ہیں۔ ایک نقطہ تقریباً ۷۳° ۳۱َ شمالی عرض بلد اور ۹۶° ۴۳َ غربی طول بلد رکھتا ہے اور مقناطیسی شمالی قطب کہلاتا ہے، اور دوسرا تقریباً ۷۲° ۲۱َ جنوبی عرض بلد اور ۱۵۵° ۱۶َ شرقی طول بلد میں واقع ہے اور مقناطیسی جنوبی قطب کہلاتا ہے۔

ایک خط صفر مقناطیسی انحراف کے مقاموں پر سے گزرتا ہے اس کو صفر زاوئی خط کہتے ہیں۔ اس پر مقناطیسی سوئی ٹھیک جغرافی شمال کی سمت بتاتی ہے



شکل (۳۱) - زمین کے ہمزاوئی اور ہمیلانی خطوط

اس کا ایک حصہ الشلیم امریکہ میں واقع ہے اور دوسرا یورپ، عربستان، ہندوستان، بحر ہند اور اسٹریلیا میں سے گزرتا ہے۔ اس صفر زاوئی خط سے محصور سطح زمین کے ”اٹلینٹک“ والے رقبہ میں انصراف مغربی ہے اور یہاں ہمزاوئی خطوط مسلسل بتائے گئے ہیں۔ ”پیسیفک“ والے رقبہ میں باستثناء اس رقبہ کے جو بیضاوی شکل کے خط کے اندر روس اور چین میں محصور بتایا گیا ہے،

انصراف مشرقی ہے۔ اس بیضاوی رقبہ کو سائبیریائی بیضاوی کہتے ہیں۔ اس کے اندر انصراف مغربی ہے۔

نقشہ کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ ہمزاوئی خطوط کی شکل سرسری طور پر خطوط طول بلد کے مشابہ ہے۔ کیونکہ یہ بھی زمین کے قطب شمال اور قطب جنوب میں سے گزرتے ہیں۔ لیکن ان کی وضعوں میں عموماً بہت اختلاف ہے۔

ہمیلانی خطوط۔ ایک ہی مقناطیسی میلان کے مقاموں پر سے گزرنے والے خطوط کو ہمیلانی کہتے ہیں۔ شکل (۳۱) میں یہ خطوط باریک نقطہ دار بتائے گئے ہیں۔

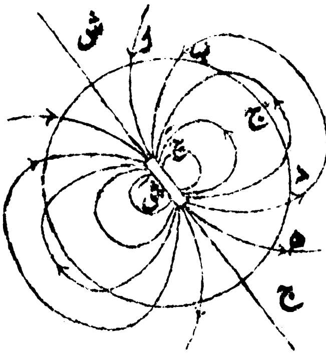
صفر میلان کا خط یا مقناطیسی خط استوا سطح زمین پر جغرافی خط استوا کے برابر برابر گزرتا ہے۔ لیکن وہ امریکہ میں جغرافی خط استوا کے جنوب کو واقع ہے اور افریقہ میں اس کے شمال کو۔ اس خط پر میلان کی سوئی ہر جگہ متوازی الافق رہتی ہے۔ ہمیلانی خطوط عرض بلد کے

خطوط کے مشابہ ہیں اور ان کی وضع مقناطیسی قطبین کے گرد بند حلقوں کی سی ہوتی ہے۔ مقناطیسی قطبین پر میلان کی سوئی انتصاباً کھڑی ہوتی ہے۔ قطب شمالی پر شمالی سرا نیچے ہوتا ہے اور قطب جنوبی پر جنوبی سرا۔

ہمقوت خطوط۔ مساوی افقی مقناطیسی میدان کی حدت کے مقاموں پر سے گزرنے والے خطوط **ہمقوت خطوط** کہلاتے ہیں۔ مقناطیسی قطبین پر زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت صفر ہوتی ہے اور جوں جوں مقناطیسی خط استوا کی طرف جاتے ہیں یہ حدت بھی بڑھتی جاتی ہے۔ بالآخر خط استوا پر اس کی قیمت اعظم ہو جاتی ہے۔ پس اجمالی حیثیت سے ہمقوت خطوط کی شکل ہمیلانی خطوط کے مشابہ ہے لیکن ان میں فرق ضرور ہے۔

زمین بحیثیت ایک مقناطیس کے۔ مقناطیسیت زمین کے اسباب کے متعلق بہت کچھ رائے زنی ہوئی ہے۔ ہم اس موقعہ پر صرف اتنا لکھ سکتے ہیں کہ اس مقناطیسیت کے اسباب محض اندرونی یا محض بیرونی نہیں ہیں بلکہ مشترکہ ہیں۔ زمین کے مقناطیسی میدان کی عام حالت سرسری طور پر ایسی تصور کی جاسکتی ہے جیسے زمین کے اندر مرکز کے قریب ایک بڑے طاقتور مقناطیس کی موجودگی میں ہوتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۳۲)۔ اس اندرونی مقناطیس کا جنوبی سرا (ج) زمین کے شمالی مقناطیسی قطب کے نیچے فرض کیا جاسکتا ہے اور اس کا

شمالی سرا (شَ) زمین کے جنوبی قطب کے نیچے۔ شکل محولہ بالا میں ایسے اندرونی مقناطیس کے خطوطِ قوت کی تصریح ہوئی ہے۔ مقوے کا ایک چوڑا قرص لیکر اس کے مرکز کے پاس اگر ایک چھوٹا طاقتور سلاخی مقناطیس (شَ جَ) کی وضع



شکل (۳۲)

زمین کی مقناطیسی کیفیت

میں رکھا جائے، اور ایک چھوٹی کمپاس سوئی کو قرص کے محیط پر ایک جگہ سے اٹھاکر دوسری جگہ بتدریج رکھتے جائیں تو جب سوئی ش پر پہنچیگی محیط کے دائرے پر علی القوائم ہوجائیگی گویا یہ بتارہی کہ یہاں میلان کا زاویہ ۹۰° ہے۔ نقطہ ل کے پاس جھکاؤ کم ہوگا اور ب کے پاس اس سے بھی کم۔ جب نقطہ ج پر پہنچیگی جو خط استوا کی تعبیر کرتا ہے تو وہاں اسکے میلان کا زاویہ صفر ہوجائیگا۔ اس کے بعد د اور ھ کے پاس سوئی کا جنوبی سرا مائل ہوگا اور ج پہ پہنچکر یہ میلان اعظم یعنے ۹۰° ہوجائیگا۔

یہ مقناطیسی کیفیت اصل حقیقت سے جداگانہ ہے لیکن اس سے زمین کی مقناطیسیت کا سرسری اندازہ ہوسکتا ہے۔ متذکرہ بالا مقناطیس کے ساتھ ایک دوسرا اس سے چھوٹا معاون مقناطیس فرض کرکے زمین کی حقیقی مقناطیسی کیفیت کے ساتھ قریب تر مشابہت ثابت کرنے کی کوشش

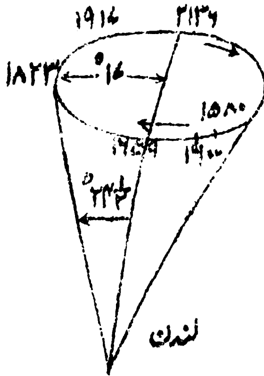
کی گئی ہے۔ لیکن زمین کے مقناطیسی میدان میں جو پیچیدگیاں مشاہدہ ہوئی ہیں ایسی نہیں ہیں کہ معدودے چند مقناطیسوں کے اجتماع سے زمین کے میدان کے مشابہ میدان پیدا ہو سکے۔

زمین کے مقناطیسی میدان میں تبدیلیاں۔

زمین کے مقناطیسی میدان میں مسلسل تبدیلی واقع ہوتی ہے علاوہ بعض بیقاعدہ خفیف تبدیلیوں کے جو زمین کے ہر مقام پر وقوع میں آتی رہیں، چند باقاعدہ مسلسل دوری تبدیلیاں بھی محسوس ہوتی ہیں جو معینہ اوقات کے بعد بہ تکرار پیش آتی ہیں۔ ایک روزانہ تبدیلی ہے جو کامل شبانہ روز کے وقفہ سے دوہرائی جاتی ہے۔ اسی طرح سالانہ تبدیلی بھی ایکسال کے وقفہ سے دوہرائی جاتی ہے۔ یہ تبدیلیاں خفیف ہیں ان کے ماسوا ایک دہری تبدیلی بھی جاری ہے جو ان سے بہت بڑی ہے، اور کچھ کم ہزار برس کی مدت میں اس کا دور ختم ہوتا ہے۔

دہری تبدیلی۔ سب سے پہلے جو مقناطیسی انصراف قلمبند ہوا ہے شہر لندن کی بابتہ ۱۵۸۰ء میں ہوا ہے۔ اس وقت اس کی قیمت ۱۱° ۱۵' شرقی تھی بتدریج یہ شرقی انصراف گھٹتا گیا اور ۱۶۵۹ء میں صفر ہوگیا۔ یعنے اس سال لندن میں مقناطیسی سوئی ٹھیک جغرافی شمال و جنوب بتاتی تھی۔ اس کے بعد (جیسا کہ سائنٹیفک یادداشتوں کے ملاحظہ سے ظاہر ہوتا ہے) انصراف مغرب

کی طرف ہونے لگا۔ بالآخر بڑھتے بڑھتے ۱۸۲۳ء میں ½ ۲۴ غربی ہو گیا۔ اسکے بعد سے اس میں گھٹاؤ پایا جا رہا ہے۔ اس تبدیلی کی توجیہ بخوبی ہو سکتی ہے اگر یہ فرض کیا جائے کہ زمین کے مقناطیسی قطبین اس کے جغرافی قطبین کے گرد گھومتے ہیں۔



شکل (۳۳)

زمین کے مقناطیسی میدان میں دہری تبدیلی

شمالی مقناطیسی قطب جغرافی شمالی قطب کے گرد °۱۷ نصف قطر کے دائرے میں، بموجب شکل (۳۳) موافق سمت ساعت گھومتا ہے۔ اب تک جو تبدیلیاں مشاہدہ ہوئی ہیں ان پر حساب لگانے سے یہ توقع کی جاتی ہے کہ ۲۱۳۹ء میں یعنے گزشتہ موقعہ سے ۴۸۰ برس بعد لندن میں مقناطیسی انحراف دوبارہ صفر ہو جائیگا۔ اس عرصہ مدت میں مقناطیسی شمالی قطب اپنا نصف دائری راستہ طے کرلیگا۔ پس کامل دور کی مدت ۹۶۰ سال ہے۔ اس طویل عرصہ میں روئے زمین کی مقناطیسی کیفیتیں اپنا دَور ختم کرینگی۔

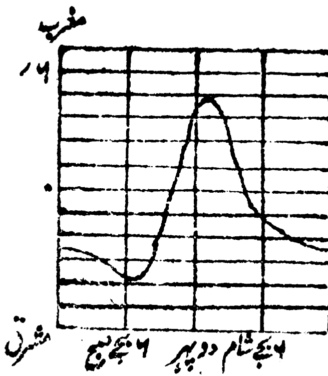
سالانہ تبدیلی۔ مقناطیسی انحراف کی خفیف تبدیلیوں کا دَور سال میں بھی ایک مرتبہ مکمل ہوتا ہے۔

یہ سالانہ دَور شمالی اور جنوبی نصف کرہ میں مخالف سمتوں میں تکمیل پاتا ہے۔ لندن میں ماہ اگسٹ میں انصراف تقریباً $\frac{1}{4}$ ۲ اوسط وضع کے مشرق کی طرف ہوتا ہے۔ اور فبروری میں اسیقدر مغرب کی طرف۔

روزانہ تبدیلی۔ تمام مقناطیسی عناصر میں باقاعدگی کے ساتھ روزانہ تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ لیکن چونکہ یہ تبدیلی بہت قلیل ہے اس کی تعیین کے لئے مخصوص آلات کی ضرورت ہے۔ معمولی مقناطیسی پیمائش کے آلات جو ایک مقام سے دوسرے مقام تک آسانی سے اٹھاکر رکھے جاسکتے ہیں اس کے مشاہدے کے لئے کافی حسّاس نہیں ہوتے۔ مستقل رصدگاہوں میں ثابت آلات کے ذریعہ ان کو قلمبند کیا جاتا ہے۔ مقناطیسی سوئی پر ایک آئینہ لگا دیا جاتا ہے اور اس سے روشنی کی ایک پنسل منعکس ہوکر فوٹوگرافی (ضیا نگاری) کے کاغذ پر ماسکہ پہ لائی جاتی ہے۔ یہ کاغذ حسّاس نور ہوتا ہے اور ایک مستقل چال سے گھومنے والے اسطوانے پر لپیٹا جاتا ہے کاغذ کی حرکت کی سمت زیر امتحان مقناطیسی تبدیلی کی سمت پر علی القوائم ہے۔ مثلاً انصراف کی روزانہ تبدیلیوں کو قلمبند کرنے کے لئے اسطوانے کا محور متوازی الافق ہونا چاہئیے۔ تاکہ حسّاس کاغذ انتصاباً حرکت کرے۔ منوّر نشان کی حرکت انصراف کی تبدیلیوں کے متناسب ہوتی ہے۔

شکل (۳۴) میں نمونتہً اس روزانہ مقناطیسی انصراف کی تبدیلی کا منحنی بتایا گیا ہے۔ خط ۰ — ۰ کاغذ پہ نور کی

پنسل کے نشان کی اوسط وضع ہے۔ شکل کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ صبح کے ۸ بجے سے کچھ پہلے انصراف کی اوسط وضع میں اعظم تبدیلی بقدر ۳َ شرقی محسوس ہوتی ہے اور دن کے ایک بجے کے قریب بقدر ۵َ غربی۔ یہ تبدیلیاں ہر روز ٹھیک مساوی نہیں ہوتیں۔ بعض دنوں میں جبکہ مقناطیسی حالت میں "سکون" واقع ہوتا ہے مندرجہ شکل کی تبدیلیوں سے کم محسوس ہوتی ہیں۔ اور بعض دنوں میں ان سے بہت زیادہ۔



شکل (۳۴)
انصراف میں روزانہ تبدیلی

یہ سمجھا جاتا ہے کہ انصراف کی ان روزانہ تبدیلیوں کے اسباب برقی روئیں ہیں جو کرہ ہوائی کے بالائی طبقوں میں بہتی ہیں۔ لیکن ابھی ان کی توجیہہ ناکمل ہے۔

یازدہ سالہ دَور۔ چند بیقاعدہ تغیرات کے ماسوا انصراف کی روزانہ تبدیلیوں کی مقداریں ایک دَوری تغیر بھی پایا جاتا ہے جو داغہائے شمسی کے دَور کیساتھ تعلق قریبہ رکھتا ہے۔ جب آفتاب کی سطح پر دھبّوں کی تعداد اعظم ہوتی ہے زمین کے مقناطیسی انصراف کی

تبدیلی بھی اعظم ہوتی ہے - اور اس کے برعکس جب دھبوں کی کثرت اقل ہوتی ہے تب انصراف کی تبدیلی بھی اقل ہوتی ہے - کثرت داغہائے شمسی کا دور تقریباً گیارہ سال کا ہے - یعنے ہر گیارہ سال کے بعد سطح آفتاب پر داغ بکثرت نکل آتے ہیں - ۱۸۵۵ء سے مقناطیسی عناصر کی روزانہ تبدیلیاں مدت داغ ہائے شمسی کے ساتھ مقابلہ کی جا رہی ہیں - ان دونوں میں عجیب تطابق چلا آرہا ہے -

مقناطیسی طوفان - اکثر اوقات زمین کے متعدبہ خطوں کی مقناطیسی رصدگاہوں کی معلق سوئیاں وقت واحد میں یکایک شدت کے ساتھ متاثر ہوتی ہیں - اس کیفیت کا نام مقناطیسی طوفان رکھا گیا ہے - بظاہر یہ طوفان وقت کے اعتبار سے کسی قاعدے کے پابند نہیں معلوم ہوتے اور ان کے متعلق پیشین گوئی نہیں کیجا سکتی - البتہ اتنا ضرور ہے کہ سطح آفتاب پر جب کوئی غیر معمولی وسیع داغ نکل آتا ہے تو عموماً اس کے ساتھ زمین پر مقناطیسی طوفان بھی محسوس ہوتا ہے - معہذا مقناطیسی طوفانوں کے ساتھ ساتھ آرورا بوریالس (نور شمالی) بھی عموماً بہت وضاحت کے ساتھ دکھائی دیتا ہے اگرچہ بعض اوقات مقناطیسی طوفان محسوس ہوتے ہیں لیکن نور شمالی نظر نہیں آتا -

مقناطیسی طوفانوں، نور شمالی، اور داغہائے آفتاب کے باہمی تعلق سے یہ امر قرین قیاس معلوم ہوتا ہے کہ آفتاب سے بعض ایسی بھی شعاعیں خارج ہوتی ہیں جو

خلائ نلی کے کیتھوڈ یعنے منفی برق کی شعاعوں کے تشابہ ہیں۔ یہ شعاعیں جب زمین کے کرہ ہوائی میں داخل ہوتی ہیں تو کرہ ہوائی موصل برق بن جاتا ہے اور اس لئے اس میں برقی روئیں بہنے لگتی ہیں۔ اور ان برقی روؤں کیساتھ ساتھ ان کے متعلقہ مقناطیسی میدان بھی پیدا ہوتے ہیں۔ ان اُمور کا ذکر آگے چلکر برق کے بیان میں آئیگا۔ سردست صرف اتنا کہدیا جاسکتا ہے کہ آہادہ دا چونکہ آفتاب کی کیتھوڈ شعاعیں زمین کے مقناطیسی میدان میں داخل ہونے سے وقوع میں آتا ہے، اس کی شکل خلائ نلی کی دمک کے متشابہ توقع کی جاسکتی ہے جبکہ نلی کو مقناطیسی میدان میں رکھکر اس میں سے برق کا اخراج عمل میں آتا ہے۔

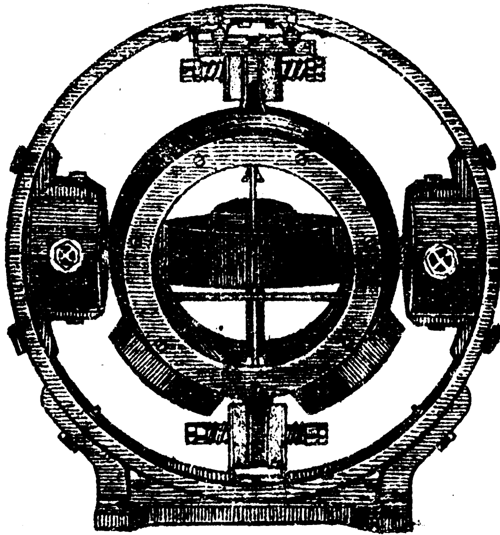
مقناطیسی کمپاس۔ غالباً اس کا سب سے زیادہ مفید استعمال فن جہازرانی سے متعلق ہے۔ کسی مقام کی صحیح جغرافی وضع جغرافی عرض بلد و طول بلد کے ساتھ ہیئت کے مشاہدات کے ذریعہ دریافت ہوسکتی ہے۔ لیکن ان مشاہدات کا عمل طویل ہے اور وہ عموماً دن میں صرف ایک مرتبہ انجام پاتے ہیں۔ پس جہاز کی رہنمائی عام طور پر مقناطیسی کمپاس کے لحاظ سے عمل میں آتی ہے۔ اس بارے میں کلون کی کمپاس تختی سب سے زیادہ استعمال ہوتی ہے۔ یہ تختی قرص کی شکل میں الومینم یا ابرق کی بنی ہوئی ہوتی ہے۔ جس کی پشت پر کمپاس کی سمتیں کھینچی جاتی ہیں اور نیچے چند کم وزن فولادی مقناطیس متوازی جما دیئے جاتے ہیں۔ تختی سنگ اجیٹ کے ایک چھوٹے قدح کے سہارے انتصابی سوئی کی نوک پر ٹکی ہوئی ہوتی

ہے۔ بہترین کمپاسوں کی تختی میتھلی روح شراب میں تیرتی ہے تاکہ سوئی پر اس کے وزن کا بار کم پڑے۔ اس مائع کے استعمال سے ایک مزید فائدہ یہ ہے کہ کمپاس بہت اہتزاز کر نہیں سکتی جس کی وجہ سے مشاہدات میں بہت سہولت ہوتی ہے۔ کمپاس کے سہارے کے محور میں سے جہاز کا وسطی خط گزرتا ہے۔ دو نشانوں کے ذریعہ اس خط کی صراحت کردی جاتی ہے۔ ایک نشان تختی کے اگلے حصہ پر ہوتا ہے اور دوسرا اس کے پچھلے حصہ پر۔ اس سے جہاز کی صحیح وضع باعتبار کمپاس راست مشاہدہ کرلی جاسکتی ہے۔

ظاہر ہے کہ جہاز کی صحیح جغرافی وضع معلوم کرنے کے لئے اس کی مقناطیسی وضع میں اس مقام کے مقناطیسی انصراف کا زاویہ ضروری علامت کے ساتھ شامل کیا جائے یعنے حسب ضرورت اس کو بڑھایا جائے یا گھٹایا جائے۔ جہازرانی کے مقامات کا مقناطیسی انصراف قبل از قبل انگریزی امیرالبحر کے دفتر میں دریافت کرکے نقشوں پر چھاپ دیا جاتا ہے۔ اور جہاز ران ان نقشوں کو دیکھ کر جہاز کی صحیح جغرافی وضع معلوم کرلیتے ہیں۔

مقناطیسی کمپاس ہوائی جہازرانی میں بہت کام دیتی ہے۔ شکل (۴۵) میں کیری اوزبورن کی قسم کی ایک ایروپلین کمپاس بتائی گئی ہے۔ اس کا کٹورا کروی شکل کا ہوتا ہے اور اس کو اس طرح رکھتے ہیں کہ اہتزاز حتی الامکان قلیل ہو۔ کمپاس کی تختی پر متعدد فولادی مقناطیس لگے ہوئے ہوتے ہیں۔ اور وہ ایک انتصابی ابرق کے بنے ہوئے حلقہ کے ساتھ مہیا ہوتی ہے جسپر ریڈیم ملے ہوئے

رنگ سے کمپاس کی سمتیں نشان کردی جاتی ہیں تاکہ اندھیرے میں روشن نظر آئیں کٹورے کے عقبی حصہ میں ایک دریچہ سا بنا ہوا ہوتا ہے، جس میں سے دیکھ کر جہازران کمپاس کی تختی پر کے پیمانہ کے ذریعہ، جہاز کے جانے کا رستہ معلوم کرلیتا ہے۔ تختی کا بوجھ سنبھالنے کے لئے کٹورے میں



شکل (۳۵)
کیری، اور یورن والی ایروپلین کی کمپاس

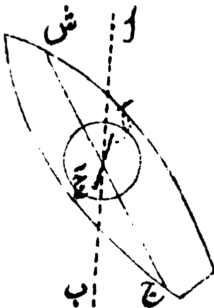
مائع رکھا جاتا ہے۔ تختی کا کچھ حصہ کھوکھلا ہوتا ہے تاکہ وہ مائع پر تیر سکے۔ اس سبب تختی کھونٹی کی نوک پر معلق رہتی ہے اور نیز اس کے اہتزاز بھی جلد فرو ہو جاتے

ہیں۔

جہازوں کا مقناؤ۔ کمپاس سوئی کے قریب لوہے یا فولاد کی اگر کوئی بڑی کمیت کی چیزیں واقع ہوں تو کمپاس کے انصراف پر ان کا اثر پڑیگا۔ اور چونکہ زمانہ حال کے جہاز تقریباً بالکلیہ انہیں مادوں سے تیار کئے جاتے ہیں ان کی وجہ سے سوئی کے انصراف کی خطائیں اور ان کی تصحیحات معتدبہ ہوتی ہیں۔

یہ خطائیں کئی قسم کی ہیں۔ ان سب پر تفصیل کے ساتھ اس کتاب میں بحث کرنا مناسب نہیں۔ صرف چند اہم خطائیں بیان کی جائینگی۔

نصف دائری انصراف۔ اکثر لوہے کے جہازوں کی مقناطیسیت دائمی یا مستقل ہوتی ہے، گویا کہ جہاز خود ایک بڑے مقناطیس کے مشابہ ہوتا ہے۔ اور جب وہ مختلف وضعوں میں چلتا ہے تو کمپاس پر اس کا اثر بھی مختلف ہوتا ہے۔ جہاز میں یہ مستقل مقناطیسیت اس کی تعمیر کے زمانہ میں پیدا ہوتی ہے۔ اسکا مقناطیسی محور مقناطیسی نصف النہار میں واقع ہوتا ہے۔ شمال کیطرف اسکا جو سرا ہوتا ہے ش قطبیت رکھتا ہے اور جنوب کی طرف کا سرا ج قطبیت۔ شکل (۳۶) میں فرض کرد خط ش ج

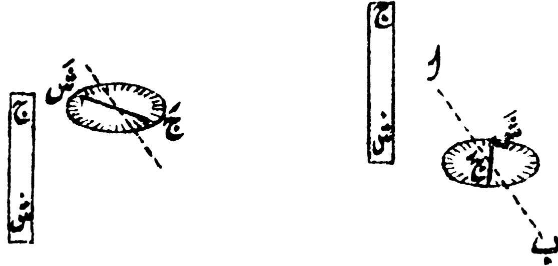


شکل (۳۶)
جہاز کی مستقل مقناطیسیت

جہاز کا مقناطیسی محور ہے۔ شکل میں جہاز کی جو وضع بتائی گئی ہے اس میں جہاز کا ش سِرا اس مقام کے مقناطیسی نصف النہار اب کے مغرب کو واقع ہے، پس اس کی وجہ سے کمپاس ش ج کا ش قطب نصف النہار کے کسیقدر مشرق کی طرف منحرف ہوجائیگا۔ جہاز کی ہر ایک وضع میں جب کہ اس کا ش سِرا مقناطیسی نصف النہار کے مغرب کی طرف واقع ہوگا یہی صورت پیش آئیگی۔ جب جہاز کا ش سِرا نصف النہار کے مشرق کی طرف ہوگا کمپاس کے ش قطب کا انحراف مغرب کی جانب ہوگا۔ پس جہاز کو پورے دائرے میں گھمانے سے اس کی مستقل مقناطیسیت کی وجہ سے، نصف دائرے میں کمپاس کا انحراف مشرق کی جانب ہوگا اور بقیہ نصف دائرے میں مغرب کی جانب۔ بدیں وجہ اس انحراف کو نصف دائری انحراف کہتے ہیں۔

نصف دائری انحراف ایک اور وجہ سے بھی پیدا ہوتا ہے۔ انتصابی طول کی نرم لوہے کی چیزیں مثلاً نرم لوہے کے ستون زمین کے مقناطیسی میدان کے انتصابی جزو سے مقناطیسی جاتے ہیں۔ اور شمالی نصف کرہ میں ان کا نیچے کا سِرا ش قطبیت رکھیگا اور اوپر کا سِرا ج قطبیت۔ اگر شکل (۴۷) کی طرح ستون کا ش قطب کمپاس کے قریب اور اس کے مغرب کی جانب واقع ہو تو انحراف مشرق کی طرف ہوگا۔ اگر ش قطب کمپاس کے مشرق کی جانب ہو تو انحراف مغرب کی طرف ہوگا۔ لیکن جہاز کے گھومنے سے نصف

گردش میں انحراف مشرق کی طرف ہوگا اور بقیہ نصف



شکل (۳۷) نرم لوہا انتصابی وضع میں

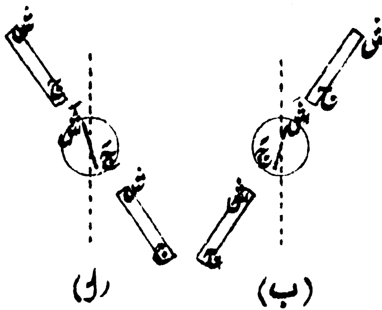
شکل (۳۸) نرم لوہا انتصابی وضع میں

گردش میں مغرب کی طرف۔ اگر ستون کا اوپر والا سرا کمپاس کی سطح میں واقع ہو تو انحراف کی سمت منقلب ہو جائیگی۔ جیسا کہ شکل (۳۸) میں بتایا گیا ہے۔ اور زمین کے جنوبی نصف کرے میں مصرحہ بالا انحراف کی سمتیں الٹی ہونگی، اس لئے کہ انتصابی نرم لوہے کی سلاخ یا ستون کا ش قطب اوپر کو واقع ہوگا۔

اگرچہ جہاز میں لوہے کی ایسی کئی انتصابی سلاخیں ہونگی لیکن ان کا حاصل مجموعی اثر ہمیشہ نصف دائری انحراف پیدا کریگا۔

ربعی انحراف۔ جہاز پر افقی وضع میں جو نرم لوہا ہوتا ہے اس کا اثر کمپاس پر زیادہ پیچیدہ ہوتا ہے، اس لئے کہ جہاز کی گردش کے ساتھ اس افقی نرم لوہے کی مقناطیسیت کی سمت بھی تبدیل ہوتی ہے۔ مثلاً

فرض کرو افقی سلاخوں کی وضع شکل (۳۹) (ا) کے مشابہ ہے
اور ان کے ش اور ج قطب ایسے واقع ہوئے ہیں
جیسے شکل میں بتایا گیا ہے، اور کمپاس کا انحراف مغرب
کو ہے۔ جہاز کو ۹۰ درجہ گھماکر سلاخوں کی وضع شکل (ب)
کے مشابہ بنانے سے انحراف مشرق کی جانب ہوجائیگا۔
جہاز کو مزید ۹۰ درجے گھمانے سے شکل (ا) کی سی کیفیت مکرر پیش آئیگی۔ اس لئے کہ یہاں نرم لوہے کی سلاخوں کا اثر معائنہ کیا جارہا ہے اور نرم لوہے کی مقناطیسیت



شکل (۳۹) (ب)　　شکل (۳۹) (ا)

نرم لوہے کی افقی سلاخوں کا اثر
زمین کے مقناطیسی میدان میں اس کی جو وضع ہوتی ہے
اس کے لحاظ سے بدلتی ہے۔ واضح ہو کہ اب کمپاس
کے لحاظ سے سلاخوں کی وضع شکل (ا) کی سی ہوجائیگی
لیکن ساتھ ہی ان کی قطبیت بھی وہ نہ رہیگی جو شکل (ب)
میں تھی۔ (ا) کے مشابہ ہوجائیگی۔ اس لئے کمپاس کا
انحراف دوبارہ مغرب کی جانب ہوگا۔ اس کے بعد
جہاز کو اور ۹۰ درجے گھمانے سے مکرر شکل (ب) کی سی
کیفیت پیدا ہوگی۔ بس ظاہر ہے کہ جہاز کی ایک کامل
گردش میں کمپاس کا انحراف چار بار سمت تبدیل کرتا ہے۔

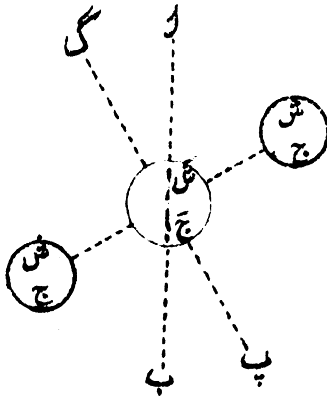
اور اس لئے ۹۰ درجے گردش میں اس انحراف کی صرف علامت مستقل رہتی ہے۔ بدیں وجہ اس کو ربعی انحراف کہتے ہیں۔

جہاز کو لنگر کے گرد پھرانا۔ چونکہ جہاز کی مقناطیسیت کی وجہ سے کمپاس کے انصراف کی خطائیں پیچیدہ ہوتی ہیں، مشاہدہ بغیر ان کی تعیین نہیں ہوسکتی۔ ان مشاہدات کے لئے جہاز کو متعدد وضعوں میں لنگر کے گرد پھرانا پڑتا ہے۔ جہاز کی ہر ایک وضع میں کمپاس کے صحیح مقناطیسی انصراف اور مشاہدہ کئے ہوئے انصراف کا مقابلہ کیا جاتا ہے۔ ان کا اختلاف کمپاس کی خطا ہے جو جہاز کی مقناطیسیت کے باعث پیدا ہوتی ہے۔ آئندہ ضرورتوں کے لئے ایک جدول تیار کی جاتی ہے جس سے کمپاس کے مشاہدہ کئے ہوئے انصراف کی تصحیح معلوم ہوجاتی ہے تاکہ اس کے ذریعہ صحیح مقناطیسی انصراف حاصل ہوجائے۔ جب یہ دریافت ہوجاتا ہے تو اس کی سمت کو پیش نظر رکھ کر جہاز کی جغرافی وضع معلوم کرلی جاتی ہے۔

جہاز کی مقناطیسیت کی تصحیح کے طریقے۔

جہاز کی مقناطیسیت کی وجہ سے کمپاس پر جو مخل اثرات عمل کرتے ہیں اگرچہ ان کی کامل تلافی کا کوئی طریقہ دستیاب نہیں ہوا ہے، تاہم بعض طریقوں سے ان کی جزوی تلافی ہوسکتی ہے۔ ربعی انحراف کی تلافی کے لئے

کمپاس کی سطح میں اس کے دونوں بازو ایک ایک کھوکھلا نرم لوہے کا کرہ رکھا جاتا ہے۔ شکل (۴۰) میں فرض کرو خط گ پ جہاز کا آگا پیچھا بتاتا ہے



شکل (۴۰)
نرم لوہے کے کروں کے ذریعہ ربعی انحراف کی تلافی

ل ب مقناطیسی نصف النہار ہے اور ش ج ش ج نرم لوہے کے کرے ہیں۔ چونکہ زمین کے مقناطیسی میدان میں ان کی مقناطیسیت ل ب کے متوازی ہوگی۔ (جیسا کہ شکل میں بتایا گیا ہے) اس وضع میں ان کی وجہ سے کمپاس مشرق کی جانب منحرف ہوگی۔ لیکن شکل (۳۹) کے ملاحظہ سے واضح ہوگا کہ جہاز کی اس وضع میں کمپاس کا ربعی انحراف عموماً مغرب کی جانب ہوتا ہے۔ پس اگر کرے کمپاس سے مناسب فاصلہ پر (اور گ پ کے علی القوائم خط پر) رکھے جائیں تو ربعی انحراف کی تلافی ہوسکتی ہے۔ صفحہ (۸۴) کے معائنہ سے ظاہر ہے کہ محض کروں کی وجہ سے جو انحراف پیدا ہوتا ہے ربعی ہے۔ اگر کروں کا قطر ۵ انچ ہو اور ان کے مرکز کمپاس سے ۹ انچ فاصلہ پر ہوں تو ان سے تقریباً ۲° ربعی انحراف کی تلافی ہوتی ہے۔

نصف دائری انحراف کی تلافی کے لئے (جو جہاز کی مستقل مقناطیسیت سے پیدا ہوتا ہے) کمپاس کے قریب چند چھوٹے اور مستقل مقناطیس نصب کئے جاتے ہیں۔ ان کی تعداد اور وضع ازمائش کرکے دریافت کرلی جاتی ہے۔ نصف دائری انحراف کا وہ جزو جو انتصابی نرم لوہوں کی وجہ سے وقوع میں آتا ہے، کمپاس کے سامنے یا پیچھے نرم لوہے کی ایک انتصابی سلاخ نصب کرکے تلف کردیا جاتا ہے۔ اس کو فلنڈر کی سلاخ کہتے ہیں

گرینج کے مقناطیسی عناصر کی اوسط قیمتیں۔

سنہ	انحراف (مغربی)	افقی میدانی جزو (ف)	زاویہ میلان
۱۹۱۴ء	۱۵° ۶٫۳'	۰٫۱۸۵۱۸ ڈائین	۶۶° ۵۱' ۱۳"
۱۹۱۵ء	۱۴° ۵۶٫۵'	۰٫۱۸۵۱۸ "	۶۶° ۵۱' ۵۰"
۱۹۱۶ء	۱۴° ۴۶٫۹'	۰٫۱۸۴۹۴ "	۶۶° ۵۲' ۴۵"

تیسرے باب کی مشقیں

(۱)۔ کسی مقام پر زمین کے مقناطیسی میدان کی کیفیت دریافت کرنے کی غرض سے عموماً کن چیزوں (مقناطیسی عناصر) کی پیمائش کی جاتی ہے؟ ان کو آپس میں ایک دوسرے کے ساتھ کیا تعلق ہے؟

(۲)۔ مقناطیسی نصف النہار کی تعین میں کن باتوں

کی احتیاط کی جانی چاہئے۔

(۳)۔ شمالی نصف کرہ میں مقناطیسی میلان کی سوئی کے قریب ایک سلاخی مقناطیس کو سوئی کے گھومنے کے مستوی میں متوازی الافق اس طور سے لیجاتے ہیں کہ اس کے ش قطب کا رخ جنوب کی طرف ہوتا ہے۔ بیان کرو مشاہدہ شدہ میلان پر اس کا کیا اثر ہوگا جبکہ (ل) مقناطیسی سوئی کے ٹھیک شمال پر واقع ہو، اور (ب) جبکہ وہ سوئی کے اوپر انتصاباً واقع ہو۔

(۴)۔ مقناطیسی میلان کے دائرے کی تشریح کرو اور اس کا طریقہ عمل بیان کرو۔

مقناطیسی میلان کا دائرہ اس کے انتصابی محور کے گرد آہستہ بتدریج پھیرا جاتا ہے۔ بتاؤ ایک کامل چکر میں اس کی سوئی پر اس کا کیا اثر پڑتا ہے اور اس کی وجہ کیا ہے۔ [کیمبرج سینیر لوکل]

(۵) مقناطیسی میلان کے زاویہ کی تعریف کرو اور سمجھاؤ اس کی پیمائش کس طرح ہوسکتی ہے۔ سرسری طور پر بیان کرو زمین کے مختلف مقاموں پر جب زاویہ میلان ناپا جاتا ہے تو اس میں کیا تبدیلی واقع ہوتی ہے۔

(۶)۔ (ل) زمین کی مقناطیسی قوت کے انتصابی جزو (ب)، اس کے افقی جزو کی خفیف تبدیلیاں، کیونکر دریافت کی جاسکتی ہیں، صراحت کے ساتھ سمجھاؤ۔

[ل۔ی۔]

(۷)۔ یہ فرض کر کے کہ زمین کی مقناطیسیت کا باعث

ایک چھوٹا طاقتور مقناطیس ہے جو اس کے مرکز کے پاس واقع ہے، مقناطیسی عرض بلد کے ساتھ مقناطیسی میدان کے افقی جزو اور زاویہ میلان کو کیا تعلق ہے ثابت کرو۔ [ل - ی -]

(۸) مقناطیسی میلان کی ایک سوئی جو مقناطیسی نصف النہار میں آزادانہ اہتزاز کر سکتی ہے ایک ایسے مقام پر جہاں زاویہ میلان °۶۰ ہے فی دقیقہ ۳۵ مرتبہ اہتزاز کرتی ہے۔ ایک دوسرے مقام پر جہاں زاویہ میلان کی قیمت °۴۵ ہے وہی سوئی فی دقیقہ ۴۰ بار اہتزاز کرتی ہے۔ اگر یہ فرض کر لیا جائے کہ تبدیلِ مقام سے سوئی کی مقناطیسی حالت میں کوئی تغیر نہیں ہوتا، دریافت کرو ان مقاموں کے (ا) مجموعی مقناطیسی میدانوں کی حدت میں کیا نسبت ہے، (ب) افقی مقناطیسی میدانوں کی حدت میں کیا نسبت ہے۔ [ل - ی -]

(۹) زمین کے مقناطیسی انصراف اور میلان کی تعریفیں لکھو۔ ان کی تعیین کے کیا طریقے ہیں؟

ایک مقام پر زاویہ میلان °۳۰ ہے اور افقی مقناطیسی میدان کی قیمت ۰٫۱۸ ہے، دریافت کرو اس جگہ زمین کے حاصل مجموعی میدان کی کیا قیمت ہے۔ [کلکتہ یونیورسٹی]

(۱۰) مقناطیسی میلان کے زاویہ کی تعریف کرو۔ اور اس کی پیمائش کا کوئی طریقہ بیان کرو۔

مقناطیسی میلان کا دائرہ ایسی وضع میں رکھا جاتا ہے کہ اس کی سوئی انتصاباً واقع ہوتی ہے۔

اب دائرے کو انتصابی محور کے گرد بقدر زاویہ ع
پھیر کر اس نئی وضع میں زاویہ میلان کی پیمائش
کی جاتی ہے - دریافت کرو اس زاویہ میلان کو
صحیح زاویہ میلان اور زاویہ ع کے ساتھ کیا تعلق
ہے - [ل - ی -]

(۱۱) زمین کی مقناطیسی قوت کے افقی جزو کی مطلق
پیمائش کس طرح کی جاتی ہے؟

ایک مقام (ا) پر مجموعی مقناطیسی حدت ۰٫۵
ہے اور زاویہ میلان ۶۴° - ایک دوسرے مقام
(ب) پر مقناطیسی حدت ۰٫۶ ہے اور زاویہ میلان
۷۲° - اگر ایک مقناطیس مقام (ا) پر افقی وضع
میں فی دقیقہ ۲۰ مرتبہ اہتزاز کرے تو دریافت
کرو مقام (ب) پر وہ اسی مدت میں کتنے بار اہتزاز
کرے گا - [بمبئی یونیورسٹی]

چوتھا باب

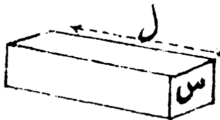
مادّوں کے مقناطیسی خواص

مقناو کی حدت ۔ کسی مادّے کے مقناطیسی خواص معلوم کرنے کے لئے محض اس کی ایک سلاخ بناکر سلاخ کا مقناطیسی معیار اثر دریافت کرنا ناکافی ہے ۔ اس لئے کہ منجملہ اور امور کے یہ مقناطیسی معیار اثر اس سلاخ کی جسامت کے تابع ہوتا ہے ۔ مقناطیسی معیار اثر کو سلاخ کی جسامت یا حجم پر تقسیم کرنے سے ایک ایسی مقدار حاصل ہوتی ہے جس سے اس مادّے کی مقناطیسیت کی اوسط حدّت کا پتہ چل سکتا ہے ۔ اگر سلاخ یکساں مقنائی گئی ہے تو اس کا مقناطیسی معیار اثر فی مکعب سنتی میتر ایک ہی ہوگا، سلاخ کے خواہ کسی حصہ میں سے اس کو منتخب کیا جائے ۔ مادّے کے اس اکائی حجم کے مقناطیسی معیار اثر کو اسکے مقناو کی حدت کہتے ہیں ۔ پس کسی یکساں مقنائے ہوئے جسم کے لئے ۔

$$\text{مقناو کی حدت} = \frac{\text{جسم کا مقناطیسی معیار اثر}}{\text{اس کا حجم}}$$

یا $\text{ح} = \frac{\text{م}}{\text{ج}}$

اس حدت کی ایک دوسری تعبیر ہو سکتی ہے۔ فرض کرو شکل (۱۴) میں ل طول اور س سطح تراش عمودی کی ایک یکساں مقناطیسی ہوئی سلاخ ہے۔ اس کے دونوں سروں کا یہی رقبہ ہوگا۔ اگر سلاخ کے سروں پر فی اکائی رقبہ قطب کی قیمت ثہ ہے تو اس کے ایک ایک سرے پر مجموعی قطبیت س ثہ ہوگی، اور سلاخ کا مقناطیسی معیار اثر ل س ثہ ہوگا۔ چونکہ سلاخ کا حجم ل س ہے، اس لئے



شکل (۱۴)
یکساں مقناطیسی ہوئی سلاخ

$$\text{مقناو کی حدت} = \frac{\text{ل س ثہ}}{\text{ل س}} = \text{ثہ}$$

پس مقناو کی حدت کی ایک دوسری تعریف یہ ہو سکتی ہے کہ وہ مقناطیس کے سروں کے اکائی رقبہ کے قطب کی قیمت یا مقدار ہے، جبکہ یہ رقبہ مقناطیس کے مقنانے کی سمت کے علی القوائم ہوتا ہے۔

یا $\text{ح} = \text{ثہ}$

اگرچہ بالعموم اشیاء کی مقناطیسیت یکساں نہیں ہوتی ہے لیکن اگر ان کے حجم کافی چھوٹے لئے جائیں تو مقناو

کی حدت کی متذکرہ بالا تعریفوں کے صادق آنے کے لئے ان کی مقناطیسیت کا ئی یکساں سمجھی جا سکتی ہے۔

مقناطیسی تاثیر یا اثر پذیری ۔ مقناطیسی شے کو جب مقناطیسی میدان میں رکھتے ہیں تو وہ مقنائی جاتی ہے اس مقناؤ کی حدت میدان کی حدت اور اُس شے کی نوعیت یا طبیعت کے تابع ہے۔ مقناؤ کی حدت (ح) کو مقنانے والے میدان کی حدت (ف) کے ساتھ جو نسبت ہے اس مادے کی تاثیر یا اثر پذیری (ث) کہلاتی ہے۔ یعنے

$$\frac{ح}{ف} = ث \quad یا \quad ح = ث ف$$

اکثر مقناطیسی اشیا کی مقناطیسی اثر پذیری مقنانیوالے میدان کی حدت کے ساتھ ایک پیچیدہ طریقہ پر بدلتی ہے آگے چلکر اس پر بحث کی جائیگی۔

مقناطیسی نفوذ پذیری ۔ صفحہ (۱۴) پر دو مقناطیسی قطبوں کے مابین عمل کرنے والی قوت کے لئے مندرجہ ذیل جو ضابطہ دیا گیا تھا اس پر اب غور کرنا چاہیئے:

$$قوت = \frac{ق_1 ق_2}{ل^2} \text{ ڈائین}$$

یہ ضابطہ صرف اسیوقت قطعاً صحیح ہے جبکہ قطب مطلق خلا میں واقع ہوتے ہیں اور قریب قریب صحیح اس وقت جبکہ قطب ہوا یا کسی اور غیر مقناطیسی مادے میں ہوتے ہیں۔ اگر قطب کسی مقناطیسی مادے کے اندر واقع ہوتے ہیں۔

تو قوت بالکل تبدیل ہو جاتی ہے۔ لیکن اب بھی وہ ان قطبوں کی قیمت کے راست متناسب اور ان کے درمیانی فاصلہ کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے البتہ قوت کی صحیح تعیین کے لئے اس کے ضابطہ میں ایک مقدار (ن) اضافہ کرنی پڑتی ہے۔ یعنے

$$\text{قوت} = \frac{\text{ق}_1 \text{ق}_2}{\text{ن ل}^2} \text{ ڈائین}$$

مکمل ضابطہ ہے۔ اور قطب کسی بھی مادّے میں ہوں جس کی مقناطیسی نفوذ پذیری (ن) ہے اُس ضابطہ سے قوت کی صحیح تعیین ہوتی ہے۔ مقناطیسی اثر پذیری کی طرح نفوذ پذیری بھی کسی مادّے کے لئے مستقل نہیں۔ اس کی تبدیلی کے متعلق بھی آگے چلکر بحث ہوگی۔

خطوط قوت کے ذریعہ مقناطیسی میدان کی حدّت کی تعبیر۔ صفحات (۲۵ - ۲۸) پر خطوط قوت کے جو نقشے تیار کئے گئے ہیں ان کو ملاحظہ کرنے سے واضح ہوگا کہ جہاں خطوط گنجان ہیں وہاں میدان کی حدّت زیادہ ہے اور جہاں خطوط بکھرے ہوئے ہیں وہاں کم۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ خطوط قوت کے ذریعہ نہ صرف میدان کی سمت بتائی جاسکتی ہے بلکہ میدان کی حدّت کی بھی تعبیر ہوسکتی ہے۔ اگر مقناطیس کے گرد ایک سطح فرض کی جائے اور اس سطح کے ہر اکائی رقبہ میں سے خطوط قوت کھینچے جائیں جو عدداً اس اکائی رقبہ پر کی میدان کی حدّت کے مساوی ہوں تو ان خطوط کو ان کی سمت میں آگے بڑھانے سے ہر

مقام پر میدان کی حدت ان خطوط کی تعداد فی اکائی رقبہ
کے برابر ہوگی۔

[نوٹ۔ اس کے ثبوت کے لئے ملاحظہ ہو زائد
مضمون منجانب مترجم]

خطوط قوت کے ذریعہ اس طرح پر مقناطیسی میدان
کی کمیّ تعبیر کرنے میں یہ فائدہ ہے کہ اس سے میدان کے
متعلق ایک چشم دید واقعہ کی سی رائے قائم ہوسکتی ہے۔
اور حسابی عمل آسان ہوجاتا ہے۔ چنانچہ جس مقام پر ایک
خط قوت فی مربع سنتی میٹر ہو وہاں میدان کی حدت اکائی
سمجھی جاسکتی ہے۔ اور جہاں میدان کی حدت ف ہو
وہاں ف خطوط قوت فی اکائی رقبہ یعنے ایک مربع سنتی میٹر
تصور کئے جاسکتے ہیں۔ واضح ہوکہ یہ رقبہ مقام مذکور پر میدان
کی سمت کے علی القوائم لیا جانا چاہیئے۔

پس اگر کسی سطح کا رقبہ س مربع سم ہوتو اسمیں سے
(علی القوائم) گزرنے والے خطوط کی مجموعی تعداد س ف ہوگی
اگر اس رقبہ میں مقناطیسی میدان کی حدت یکساں اور ف
کے مساوی ہو۔ ایسے مجموعی خطوط کی تعداد کو جو کسی رقبہ میں
سے گزرتے ہیں۔ مقناطیسی فلکس یا نفاذ کہتے ہیں۔

مقناطیسی امالہ۔ اب ہم مقناطیسی امالہ کی صحیح تعریف
اور اس پر بحث کرتے ہیں۔ فرض کرو دو مقناطیسی قطب
ق۱ اور ق۲ ایک دوسرے سے فاصلہ ل پر واقع ہیں۔
جب وہ خلایا ہوا میں ہوتے ہیں تو ان کے مابین قوت
$\frac{ق_1 ق_2}{ل^2}$ ڈائین عمل کرتی ہے اور اگر ان قطبوں میں سے

ق٢ اکائی قیمت رکھتا ہے تو اس پر اب جو قوت $\frac{ق_1}{ل^2}$ عمل کرتی ہے اس دوسرے قطب ق١ کے میدان کی حدت ف کہلاتی ہے۔ اگر قطب بجائے خلا میں واقع ہونے کے ایسے واسطہ میں ہوں جس کی نفوذ پذیری ن ہے تو ق١ کے میدان کی حدت $\frac{ق_1}{ن\,ل^2}$ ہوگی پس کسی مقناطیسی قطب کی وجہ سے میدان کی جو حدت ہوتی ہے اُس واسطہ پر موقوف ہے جس میں قطب واقع ہے۔ لیکن مقناطیسی تحقیقات میں ایک ایسی مقدار کی بھی سخت ضرورت ہے (جیسا کہ آگے چلکر معلوم ہوگا) جو ایک معینہ قطب اور فاصلہ کے لئے بلا لحاظ واسطہ مستقل ہے اس مقدار کو مقناطیسی امالہ (ل) کہتے ہیں۔ چونکہ امالہ محض ق١ اور ل کے تابع ہوگا اس لئے مندرجہ بالا استدلال کی رو سے یہ امالہ مقناطیسی میدان کی حدت اور واسطہ کی نفوذ پذیری کے حاصل ضرب کے مساوی ہونا چاہیئے۔ یعنے ا = ن ف کیونکہ ن نفوذ پذیری کے واسطہ میں ق قطب کے میدان کی حدت ل فاصلہ پر

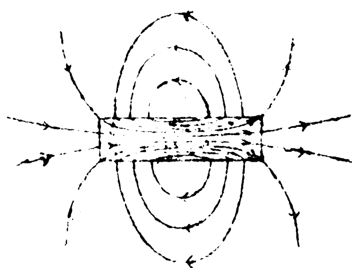
$$ف = \frac{ق}{ن\,ل^2}$$

اور $$ا = ن\,\frac{ق}{ن\,ل^2} = \frac{ق}{ل^2}$$

مقناطیسی امالہ کی یہ تعریف ہے کہ وہ مقناطیسی میدان کی حدت ف کے ن گنا ہے۔ حدت

ف اور نفوذ پذیری ن کی تعریفیں قبل ازیں لکھی جا چکی ہیں۔

مقناطیسی امالی خطوط۔ طالب علم کو یاد ہوگا کہ صفحہ (۲۲) پر خطوط قوت کھینچنے کے لئے نقشہ کشی کا عمل مقناطیس کی سطح سے شروع ہوا تھا۔ ان خطوط کی نسبت یہ تصور کیا جا سکتا ہے کہ ان کا آغاز شمالی قطب سے ہوتا ہے اور اختتام جنوبی قطب پر۔ ساتھ ہی یہ خطوط خود مقناطیس کے اندر کے خطوط کے ساتھ تسلسل رکھتے ہیں یعنے ہر ایک مکمل خط ایک بند حلقہ کی شکل میں ہوتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۴۲)۔ لیکن یہ یاد رکھنا چاہئے کہ یہ خطوط مقناطیس کے اندر خطوط قوت کی حیثیت نہیں رکھتے ہیں۔ یعنے انکی تعداد فی اکائی رقبہ تراش عمودی مقناطیسی میدان کی حدت، یا اکائی قطب پر عمل کرنے والی مقناطیسی قوت نہیں ہے۔ مقناطیس کے اندر ان کی حیثیت



شکل (۴۲)
مقناطیسی امالہ کے خطوط

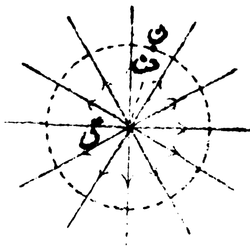
مقناطیسی امالی خطوط کی ہوتی ہے، اور وہ کسی مقناطیسی مادے کے اندر، ممکن ہے کہ کلاً یا جزءً واقع ہوں یا نہ بھی ہوں۔ ہوا یا کسی اور غیر مقناطیسی مادے کے اندر ان خطوط کی تعداد فی اکائی تراش عمودی سے مقناطیسی میدان کی حدت کی بھی

تعبیر ہوتی ہے، لیکن مقناطیسی مادّے کے اندر ان سے اس کی تعبیر نہیں ہوتی۔ البتہ مقام متعلقہ کے مقناطیسی امالہ کی تعبیر ہوتی ہے، واسطہ کی نوعیت خواہ کچھ ہی ہو۔ ان خطوط کی تعداد فی اکائی تراش عمودی کو مقناطیسی مادّے کے اندر کے مقناطیسی میدان کی حدت کے ساتھ جو تعلق ہے اس کی تبیین صفحہ (۱۰۶) پر ہوگی۔

کلیۂ گاؤس۔ گاؤس نے فاصلہ کے عکسی مربع کے قاعدے پر مبنی ایک مفید کلیّہ اخذ کیا ہے جس سے مقناطیسی (اور نیز ضروری ترمیم کے ساتھ، برقی) مسائل کے حل کرنے میں بہت مدد ملتی ہے۔ مترجم نے اس کا ثبوت اپنے "زائد مضمون" میں درج کیا ہے۔ یہاں بہ نظر سہولت یہ کلیّہ مندرجہ ذیل آسان پیرایہ میں بیان کردیا جاتا ہے:- کسی شمالی مقناطیسی قطب سے نکلنے والے یا ج قطب پر ختم ہونے والے مقناطیسی امالہ کے خطوط کی تعداد اس قطب کی قیمت اور ۴ π کے حاصل ضرب کے مساوی ہے۔ یہ کلیّہ کسی قطب پر بھی جاری ہے، خواہ وہ کسی بھی واسطہ میں واقع ہو۔ لیکن جب قطب ہوا میں ہوتا ہے تو یہ امالی خطوط خطوط قوت بھی ہوتے ہیں۔ پس ق قیمت کے شمالی قطب سے، جو ہوا میں ہو، ۴ π ق خطوط قوت نکلتے ہیں۔

مجرّد قطب کے میدان کی تعیین کلیہ گاؤس

کے ذریعہ - فرض کرو ق قیمت کے ایک شمالی قطب کے میدان کی حدت، فاصلہ ف پر، دریافت کرنی ہے -
اگر شکل (۴۳) میں نقطہ ن قطب سے اس فاصلہ ف پر واقع ہے تو قطب کو مرکز مان کر ف میں سے گزرنے والی ایک کروی سطح تیار کرو - واضح ہے کہ واحد قطب کے گرد میدان متشاکل ہوگا - پس اس کروی سطح کے ہر مربع سنتی میٹر میں سے خطوط قوت مساوی تعداد میں



شکل (۴۳)
مجرد قطب کا مقناطیسی میدان

گزرینگے - اور چونکہ اس کروی سطح کا رقبہ ۴ π ف^{2} مربع سم ہے اور کلیہ گاؤس کی رو سے خطوط قوت کی مجموعی تعداد

۴ π ق ہے، ہر مربع سنتی میٹر میں سے $\frac{۴\pi ق}{۴\pi ف^{2}} = \frac{ق}{ف^{2}}$

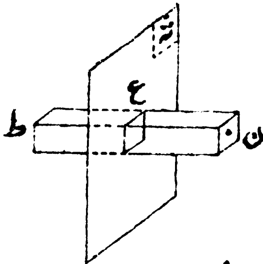
خطوط قوت گزرینگے - صفحہ (۹۷) پر ہم نے دیکھا ہے کہ ف فاصلہ پر ہوا میں میدان کی حدت یہی ہے -

مستوی چادر کی شکل کے مقناطیسی قطب کا

میدان - جہاں کہیں مقناطیسی میدان متشاکل ہوتا ہے کلیہ گاؤس کے ذریعہ وہاں کے میدان کی حدت معلوم کرلیجاسکتی ہے - فرض کرو شمالی قطبیت کی نا متناہی وسعت کی ایک چادر ہے، اور اس کی سطح کے اکائی رقبہ پر قطب کی قیمت ث ہے - ایسی چادر کے دونوں جانب اس کی سطح

پر سے خطوط یکساں برآمد ہونگے۔

شکل (۴۴) میں کسی نقطہ ن پر مستوی قطب کے میدان کی حدت دریافت کرنے کے لئے مستوی چادر کے متوازی ن میں سے اکائی رقبہ کی سطح تیار کرو۔ اس رقبہ کے محیط میں سے چادر پر علی القوائم خطوط کھینچکر ایک منشور بناؤ جو چادر میں سے ع کے پاس اکائی رقبہ کاٹ لے۔ اس منشور کو ط کے پاس چادر کے متوازی سطح بناکر بند کر دو۔ اب منشور کے اندر چادر کے مقناطیسی قطب کا حصہ بقدر ثہ (جو ع کے پاس واقع ہے) محصور ہے۔ پس گاؤس کے کلیہ کے بموجب ع کے پاس کے اکائی رقبہ سے ۴ π ثہ خطوط باہر نکل آتے ہیں۔ چونکہ میدان ہر جگہ چادر کے علی القوائم ہے ان میں سے آدھے خطوط (یعنے ۲ π ثہ) نقطہ ن کے پاس کے اکائی رقبہ میں سے گزرتے ہیں اور بقیہ آدھے ط کے پاس کے اکائی رقبہ میں سے۔ پس ن کے پاس خطوط کی تعداد فی مربع سنتی میتر یا بالفاظ دیگر میدان کی حدت ۲ π ثہ ہے



شکل (۴۴)
مستوی قطب کا مقناطیسی میدان

واضع ہو کہ یہاں میدان کی حدت چادر سے نقطہ ن کے فاصلہ کے غیر تابع ہے۔ جب کبھی چادر اتنی وسیع ہوتی ہے کہ اس سے خطوط یکساں نکلتے ہیں یہ بات صادق ہوتی ہے۔

سلاخی مقناطیس کے سرے کے پاس کا

میدان ۔ فرض کرو شکل (۴۵) کی طرح دو سلاخی مقناطیسوں کے مخالف قطب ایک دوسرے کے مقابل اور بالکل قریب رکھے گئے ہیں اور ان کے درمیانی فضا میں نقطہ ن کے پاس کے میدان کی حدت مطلوب ہے۔ اگر مقناطیسوں کی سطحیں کافی قریب ہوں تو (ن) کے پاس میدان یکساں ہوگا اس لئے اس میدان کی حدت کی تعیین میں ان قطبی سطحوں کو نا متناہی وسیع تصور کرنا بالکل جائز ہوگا ۔ فرض کرو دونوں مقناطیسوں کی حدتِ مقناطیسیت ح ہے ۔ تو ہر ایک قطبی سطح پر فی اکائی سطح قطب کی قیمت ح ہے ۔ اور اس لئے نقطہ ن کے پاس شمالی مستوی قطب کی وجہ سے مقناطیسی میدان کی حدت ۲ π ح ہے اور نیز جنوبی مستوی قطب کی وجہ سے (اسی سمت میں) ۲ π ح ۔ لہٰذا اس مقام پر مجموعی میدان کی حدت ۴ π ح ہے ۔ یعنی نقطہ ن پر اگر اکائی قطب واقع ہو تو اس پر اتنی قوت عمل کریگی



شکل (۴۵)

دو مستوی قطبوں کے بیچ میں میدان کی حدت

واضح ہو کہ ن کے پاس میدان کی حدت مقناطیسی قطبی سطحوں ش اور ج کے درمیانی فاصلہ کے غیر تابع ہے بشرطیکہ یہ سطحیں اسقدر وسیع ہوں کہ ان کے مابین کے فضاء میں میدان یکساں ہو۔

تماس کی حالت میں دو مستوی قطبوں کے مابین قوت ۔ شکل (۴۵) میں ش قطبی سطح یا ج قطبی سطح کا مقناطیسی

میدان ۲ π ح ہے۔ جب یہ سطحیں ایک دوسرے سے نہایت قریب ہوتی ہیں تو ایک قطبی سطح دوسری قطبی سطح کے میدان میں واقع ہوتی ہے۔ مثلاً ش سطح کا میدان ۲ π ح ہے اور اس میدان میں ج سطح پر کے ہر مربع سنتی میتر کے مقناطیسی قطب ح پر قوت

$$۲\pi ح \times ح = ۲\pi ح^۲$$

عمل کرتی ہے۔ پس اگر سطحیں تماس کی حالت میں ہوں تو سطح تماس کے ہر اکائی رقبہ پر قوت ۲ π ح^۲ عمل کرتی ہے، جس کی وجہ سے یہ دونوں سطحیں باہمدیگر چمٹ جاتی ہیں۔

اس کی ضرورت نہیں کہ تماس کرنے والے ہر دو جسموں کی مقناطیسیت مستقل ہو۔ ان میں سے اگر ایک جسم مستقل مقناطیس ہو اور دوسرا نرم لوہے کا ٹکڑا تو بھی یہی کیفیت پیدا ہوگی۔ کیونکہ نرم لوہا مقناطیس کے میدان کی وجہ سے مقنایا جائیگا، اور مقناطیس اور لوہے کی متصل کی قطبی سطحوں کے مابین پیشتر ہی کی قوت عمل کریگی بشرطیکہ مقناوہ کی دونوں حدتیں مساوی ہوں۔ اگر یہ مساوی نہ ہوں تو قوت فی مربع سنتی میتر بقدر ۲ π ح۱ ح۲ ہوگی جس میں ح۱ اور ح۲ سے بالترتیب تماس کے مستوی کے جانبین کی مقناوہ کی حدّت مراد ہے۔

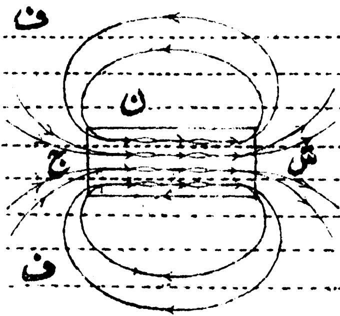
چونکہ امالہ کے خطوط مسلسل ہوتے ہیں اور دو مستوی متوازی پہلوؤں کی صورت میں ان پہلوؤں کے علی التوائم ہوتے ہیں، اس لئے یہ نتیجہ اخذ ہوتا ہے کہ امالہ ا کی قیمت درز کے دونوں جانب ایک ہی ہونی چاہیئے۔ صفحہ (۱۰۶) پر ثابت کیا جائیگا کہ امالہ ا = ۴ π ح پس متصل قطبین کی سطحوں کے مابین قوت = $\frac{ا^۲}{۸\pi}$ ۔ اس ضابطہ کے ذریعہ

لوہے پر برقی مقناطیسوں کی قوت گرفت کی تخمین ہوسکتی ہے اور اس سے ٹیلیفون کے عمل کی بھی توضیح ہوتی ہے۔ اس لئے کہ ٹیلیفون میں ایک چھوٹے برقی مقناطیس اور لوہے کی پتلی پرت کے درمیان قوت کشش پیدا کرکے آوازیں ایک مقام سے دوسرے مقام تک منتقل کیجاتی ہیں۔

لوہے میں مقناطیسی امالہ۔ اب ہم لوہے کی کمیت کے اندر مقناطیسی امالہ (ل) کی قیمت دریافت کرسکتے ہیں۔ لوہے کے اندر میدان کی حدت (ف) وہ قوت ہے جو وہاں یعنے لوہے کے اندر اکائی قطب پر عمل کرتی ہے۔ یہ میدان بیرونی اثرات سے پیدا ہوتا ہے۔ خود لوہے کی مقناطیسیت کا اس پر کوئی اثر نہیں۔ البتہ لوہے کے سروں کے پاس جو آزاد قطب ظہور پذیر ہوتے ہیں ان سے اس میدان میں ضرور تغیر تبدل واقع ہوتا ہے۔ کیونکہ لوہے کے اندر جو سالمی مقناطیس ہیں ان کے قطب ایک دوسرے سے اس قدر قریب واقع ہیں کہ ان سے ذرا بھی قابل لحاظ فاصلوں پر ان کا مجموعی اثر صفر ہوتا ہے۔ صفحہ (۵) پر ہم نے بیان کیا ہے کہ اس بیرونی مقناطیسی میدان (ف) کی وجہ سے لوہے کے سالمی مقناطیسوں کی وضع میدان کی سمت میں ترتیب پاتی ہے، اس لئے لوہے کے اندر ایک سرے سے دوسرے سرے تک ان سالمی مقناطیسوں کی ترتیب کی وجہ سے امالی خطوط جاری ہوجاتے ہیں۔ ظاہر ہے کہ یہ خطوط (مقناطیسی میدے) لوہے کے شمالی سرے سے، جہاں آزاد شمالی قطبیت موجود ہے، باہر نکل آئینگے اور بیرونی مقناطیسی میدان میں ان کی وجہ سے

ترسیم ہوگی۔ لوہے کے اندر وہ ایک سالمہ کے ش قطب سے نکلتے ہی اس کے متصل کے سالمہ کے ج قطب میں داخل ہوجاتے ہیں۔ شکل (۴۶) میں ان سب امور کی توضیح ہوئی ہے۔ یہاں ابتدائی میدان ف نقطہ دار خطوط کے ذریعہ بتایا گیا ہے، اور لوہے کی مقناطیسیت کا امالہ مسلسل خطوط کے ذریعہ۔

لوہے کی مقناطیسیت کی وجہ سے جو امالہ وقوع میں آتا ہے اس کی مجموعی قیمت دریافت کرنے کے لئے لوہے کے اندر نقطہ ن کے پاس بین السالمات فضاء میں ابتدائی میدان کے علی القوائم ایک مستوی پر غور کرو۔ اگر لوہے کی مقناطیسیت کی حدت ح



شکل (۴۶)
مقناطیسی مادے میں مقناطیسی امالہ کے خطوط

ہے تو اس مستوی کے دونوں جانب فی مربع سنتی میتر ح مقدار قطب موجود ہے، ش قطب ایک جانب اور ج قطب دوسرے جانب اور اس مربع سنتی میتر میں سے ۲ π ح خطوط گزرتے ہیں۔ جیسا کہ صفحہ (۱۰۲) پر ثابت ہوا ہے۔ پس مجموعی تعدادِ خطوطِ امالہ فی مربع سنتی میتر (ل) جو ابتدائی میدان ف اور لوہے کی مقناطیسیت کے امالہ ۴ π ح پر مشتمل ہے، ضابطہ ذیل سے شمار ہوتی ہے:

ل = ف + ۴ π ح

مستقل یا دائمی مقناطیس سے اگر بحث متعلق ہو تو اسکے لئے کسی ابتدائی مقنانے والے میدان کی ضرورت نہیں پس ل = ۴ π ح

مندرجہ بالا مساوات کی رقموں کو ف پر تقسیم کرنے سے

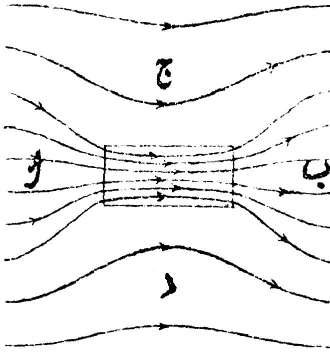
$$\frac{ل}{ف} = ۱ + ۴ π \frac{ح}{ف}$$

یا ن = ۱ + ۴ π ث

جس میں ن مادّے کی مقناطیسی نفوذ پذیری ہے اور ث اس کی مقناطیسی اثر پذیری جیسا کہ صفحہ (۹۴) پر سمجھایا گیا ہے۔

مساوات ل = ف + ۴ π ح کے بائیں جانب جو مقدار یعنے (ف + ۴ π ح) درج ہے شکل (۴۶) میں خطوط کے ذریعہ اس کی توضیح ہوئی ہے۔لوہے کے اندر ف اور ۴ π ح کی سمتیں ایک ہی ہیں اور ان کا حاصل یا مجموعہ مقناطیسی امالہ ل ہے۔ لوہے کے باہر سب جگہ ف اور ۴ π ح کی سمتیں ایک نہیں ہیں۔ پس ان کا حاصل سمتی مقادیر کا مجموعہ دریافت کرنے کے طریقہ سے (یعنے متوازی الاضلاع بناکر) معلوم ہوسکتا ہے۔لیکن عملی طور پر اس کا معلوم کرنا عموماً آسان نہیں، علی الخصوص اس صورت میں جبکہ لوہے کی سلاخ مستطیل شکل کی ہو۔ شکل (۴۷) میں اس حاصل کی محض تقریبی تصریح کی گئی ہے۔ شکل کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ لوہے کی سلاخ

جب یکساں مقناطیسی میدان میں رکھی جاتی ہے تو اس کے اثر سے خطوط امالہ ہر طرف سے جمع ہو کر اس کے اندر داخل ہوتے ہیں جس کی وجہ سے سلاخ کے سروں ا اور ب کے پاس خطوط میں ارتکاز پیدا ہوتا ہے اور اس کے پہلوؤں مثلاً ج اور د کے پاس انتشار۔ پس ا اور ب کے پاس میدان کی حدت بڑھ جاتی ہے اور ج اور د کے پاس گھٹ جاتی ہے۔

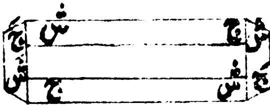


شکل (۴۷)
مقناطیسی میدان میں مقناطیسی جسم کے حاصل امالی خطوط

لوہے کے اندر مقناطیسی امالہ اعظم ہے لیکن یہاں مقناطیسی میدان میں اضافہ نہیں ہوتا ہے اس لئے کہ اگر کسی واسطہ کا نفوذ ن ہو تو اس کے اندر کا میدان ف = ا/ن پس اگرچہ ا کی قیمت بڑی ہے لیکن ساتھ ہی ن کی قیمت بھی بڑی ہونے کی وجہ سے ف کی وہی قیمت ہوتی ہے جو لوہے کی سلاخ رکھنے سے پہلے اس مقام پر تھی اگر سلاخ کے سروں کے مقناطیسی قطبین کے مخل اثرات محسوب نہ کئے جائیں۔

مقناطیسوں کے محافظ۔ اوپر جو کچھ بیان ہوا

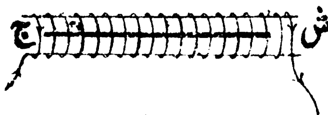
ہے اس میں سروں کے قطبین کے مخل اثرات سے بحث نہیں کی گئی تھی۔ ظاہر ہے کہ ان قطبین کی وجہ سے لوہے کے اندر جو میدان وقوع میں آتا ہے اس کی سمت ابتدائی مقنانے والے میدان کی سمت کے مخالف ہے۔ یہ میدان سلاخ کی مقناطیسیت میں انحطاط پیدا کرنے کا متقاضی ہوتا ہے۔ معہذا مقناطیس جتنا چھوٹا ہوگا یہ مخل اثر بڑا ہوگا۔ اگر سلاخ بہت لمبی اور پتلی ہو تو یہ اثر خفیف ہوتا ہے۔ لیکن چھوٹی سلاخوں میں اس کی اہمیت بہت ہے۔ اسی وجہ سے مستقل مقناطیسوں کے ساتھ نرم لوہے کے محافظ مہیا کئے جاتے ہیں۔ جب مقناطیسوں سے کوئی کام نہیں لیا جاتا ہے تو ان کو شکل (۴۸) کی طرح بکس کے اندر ایک دوسرے کے قریب لیکن مخالف وضعوں میں لٹاکر ان کے سروں کے پاس نرم لوہے کے محافظ جما دیئے جاتے ہیں۔ محافظوں میں مقناطیسوں کے قطبین کے امالہ سے جو مخالف قطب ظہور پذیر ہوتے ہیں ان کے میدان ان سلاخی مقناطیسوں کے قطبین کے میدانوں کی ضد میں عمل کرتے ہیں۔ پس سلاخوں کے قطبوں کے مخل اثر کی ان کے محافظوں کے قطبوں کے ممد اثر سے تنسیخ ہوجاتی ہے۔



شکل (۴۸)
سلاخی مقناطیسوں کے محافظ

مقناطیسی اثر پذیری اور نفوذ پذیری کی پیمائش۔
کسی مادے کی مقناطیسی اثر پذیری اور نفوذ پذیری کی پیمائش کرنا

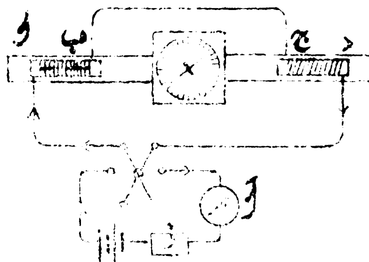
ہو تو اس کو معلوم حدّت کے میدان میں رکھنا چاہیئے اور اس کی شکل اس طرح کی تیار کرنی چاہیئے کہ میدان میں رکھنے سے اس پر مقناطیسی قطب ظاہر نہ ہونے پائیں یا کم از کم اگر قطب ظاہر ہوں تو ان کی وجہ سے جو مخالف مقناطیسی اثر پیدا ہوتا ہے حتی الامکان کم ہو۔ مادہ اگر لمبے باریک تار کی شکل میں لیا جائے تو یہ بات حاصل ہوسکتی ہے۔ مقنانے والا میدان تقریباً ہمیشہ مجوزتار کے ایک لمبے پیچوان پر سے برقی رو کو بہا کر مہیا کیا جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۴۹)۔ایسے سیدھے پیچوان کے اندرونی حصہ میں میدان کی حدت ح ۴ × ۰٫۱ π ع × (برقی رو) کے مساوی ہوتی ہے۔ یہاں ع پیچوان کے فی سنتی میٹر طول چکروں کی تعداد ہے اور برقی رو امپیروں میں ناپی جاتی ہے۔ پس مقنانے والے میدان ح کی حدت معلوم ہوجاتی ہے اور صرف دئے ہوئے



شکل (۴۹)
مقنانے والے پیچوان

مادّے کا مقناطیسی معیار اثر دریافت کرنا باقی رہتا ہے۔اس کے لئے مقناطیسیت پیما استعمال کرسکتے ہیں۔ شکل (۵۰) میں ا ب اور ج د کوئی ۱۲ سنتی میٹر لمبے پیچوان ہیں۔ ہر ایک پر نمبر (۲۲) والے تانبے کے تار کے تقریباً ۴۰۰ چکر ہیں۔ ان کو مقناطیسیت پیما کی سوئی کے دو طرف ایک دوسرے کے مقابل اس طرح ترتیب دیکر ہمسلسلہ ملایا جاتا ہے کہ جب ان پر سے برقی رو بہائی جاتی ہے تو سوئی پر ان کے مقناطیسی اثر ٹھیک مساوی اور مخالف ہوتے ہیں۔ ایک پیچوان کو سوئی سے مناسب

فاصلہ پر رکھ کر دوسرے پیچوان کو حسب ضرورت نزدیک یا دور ہٹانے سے صحیح محل دریافت ہوجاتا ہے۔ اب اگر برقی رو کی کچھ ہی قیمت ہو سوئی پر اس کا اثر کچھ نہیں ہوتا۔
مشق کے لئے کشیدہ کاڑھنے کی فولادی سوئی کوئی ۸ سنٹی میٹر لمبی اور ۲۶۵ ملی میٹر قطر کی لیجا سکتی ہے۔ اس کو متذکرہ بالا پیچوانوں میں سے کسی ایک کے اندر رکھنے سے وہ مقناطیس بن جاتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۵۰)۔ اب اگر اس کا مقناطیسی معیار اثر (م) دریافت کرلیا جائے تو اس کے ذریعہ اس کے مقناؤ کی حدت معلوم ہوجاتی ہے۔ قبل اس کے کہ یہ چیزیں دریافت کی جائیں مقناطیس



شکل (۵۰)
مقناؤ کی حدت دریافت کرنے کے لئے مقناطیسیت پیما

کے قطبین کا درمیانی فاصلہ (یعنے حقیقی طول ل) اور زمین کے افقی میدان کی حدت ف ز معلوم کرلئے جانے چاہئیں۔ اسکے لئے فولادی سوئی کو پیچوان کے اندر رکھ کر اس پر سے تھوڑی دیر تک بڑی سے بڑی طاقتور رو جو اس تجربہ میں استعمال ہوگی بہانا ہوگا۔ برقی رو کو موقوف کرنے پر بھی فولادی سوئی میں مقناطیسیت باقی رہیگی۔ اس کو پیچوان کے باہر نکال کر اس کا وسطی نقطہ مقناطیسیت پیما کی سوئی سے فاصلہ (ط۱) سم پر رکھ کر زاویہ انصراف ع۱ پڑھ لینا

چاہیئے۔ صفحہ (۴۰) کے ضابطہ سے

$$\frac{\text{مر}}{\text{فاز}} = \frac{(\text{ط}_1^2 - \text{ل}^2)^2}{2\,\text{ط}_1}\ \text{مس ع}_1$$

فولادی سوئی کو مقناطیسیت پیما سے قریب تر فاصلہ (ط_2) سم پر رکھ کر، نیا زاویہ انصراف ع_2 پڑھ لینا چاہیئے۔ اب

$$\frac{\text{مر}}{\text{فاز}} = \frac{(\text{ط}_2^2 - \text{ل}^2)^2}{2\,\text{ط}_2}\ \text{مس ع}_2$$

پس

$$\frac{(\text{ط}_1^2 - \text{ل}^2)^2}{2\,\text{ط}_1}\ \text{مس ع}_1 = \frac{(\text{ط}_2^2 - \text{ل}^2)^2}{2\,\text{ط}_2}\ \text{مس ع}_2$$

یعنی

$$\frac{\text{ط}_1^2 - \text{ل}^2}{\text{ط}_2^2 - \text{ل}^2} = \sqrt{\frac{\text{ط}_1}{\text{ط}_2} \cdot \frac{\text{مس ع}_1}{\text{مس ع}_2}}$$ (صفحہ ۴۰)

چونکہ ط_1، ط_2، ع_1 اور ع_2 معلوم ہیں اس لئے ل کی قیمت نکل آتی ہے۔

اس کے بعد فولادی سوئی ایک شیشہ کے پہلوؤں والے صندوقچہ یا کافی بڑے گلاس کے اندر لٹکائی جانی چاہیئے اور اس کے اہتزاز کی مدت (یعنی وقت دوران) د کی تعیین کر لینی چاہیئے۔

چونکہ $\text{و} = 2\pi \sqrt{\frac{\text{مج}}{\text{مر فاز}}}$ یا $\text{مر فاز} = \frac{4\pi^2\,\text{مج}}{\text{و}^2}$

جس میں مج = مقناطیس کے جمود کا معیار اثر (صفحہ ۴۵) اس مساوات کو مساوات

$$\frac{\text{مر}}{\text{فاز}} = \frac{(\text{ط}_2^2 - \text{ل}^2)^2}{2\,\text{ط}_2}\ \text{مس ع}_2$$ کیساتھ ملانے سے

مر کا اسقاط عمل میں آتا ہے اور

$$\text{ف ز}^2 = \frac{4\pi^2 \text{مج}^2}{\text{د}^2} \times \frac{2\text{ط}_2}{(\text{ط}_2^2 - \text{ل}^2)^2 \text{مس ع}_2}$$

$$\text{یا}\quad \text{ف ز} = \frac{2\pi\, \text{مج}}{\text{د}(\text{ط}_2^2 - \text{ل}^2)} \sqrt{\frac{2\text{ط}_2}{\text{مس ع}_2}}$$

جس سے ف ز کی تعیین ہوجاتی ہے۔

اس تجربہ میں مقناطیس کو فاصلہ ط پر رکھ کر مقناطیسیت پیما کے جو انصراف عہ پڑھے جائینگے ان سے فولادی سوئی کا مقناطیسی معیار اثر اس طرح دریافت ہوگا:

$$\text{م} = \frac{(\text{ط}_2^2 - \text{ل}^2)^2}{2\text{ط}_2}\ \text{ف ز مس ع}$$

اور چونکہ مقناؤ کی حدت $\text{ح} = \frac{\text{م}}{\text{س}}$ جس میں س سے مراد فولادی سوئی کی عمودی تراش کا رقبہ ہے۔

$$\text{لہٰذا}\quad \text{ح} = \frac{(\text{ط}_2^2 - \text{ل}^2)^2}{2\text{ط}_2 \text{س}}\ \text{ف ز مس ع}$$

$$\text{یا}\quad \text{ح} = \text{م}_1\ \text{مس ع}$$ اگر م_1 بجائے $\frac{(\text{ط}^2 - \text{ل}^2)^2\, \text{ف ز}}{2\text{ط}_2 \text{س}}$ لکھا جائے

مستقل م_1 کے جملہ میں جتنی بھی چیزیں شامل ہیں سب معلوم ہیں اس لئے م_1 بھی دریافت شدہ ہے۔ پس برقی رو میں تبدیلی پیدا کرکے زاویہ انصراف عہ کی قیمتیں دیکھ لینی چاہئیں ان سے مقناؤ کی حدتیں راست نکل آتی ہیں۔ جس طول و تراش عمودی کی فولادی سوئی کا اس تجربہ میں ذکر آیا ہے اس کے قطبین کا تخلّ اثر کثیر ہے جیسا کہ صفحہ (107) پر بیان ہوا ہے۔ پس ح کی تعیین کے لئے بڑی تصحیح کی

ضرورت ہے۔ قابل اعتماد نتائج مقصود ہوں تو لوہے یا فولاد کا کافی لمبا اور پتلا تار لینا چاہیئے اور زاویہ انصراف ناپنے کیلئے آئینہ دار مقناطیسیت پیما استعمال کرنا چاہیئے۔

تجربہ (۱۸) - مقناؤ کی حدت کی تعیین -

کشیدہ کاڑھنے کی فولادی سوئی کے ساتھ تجربہ کرکے ط۱ اور ط۲ فاصلوں کے لئے انصراف کے زاویئے ع۱ اور ع۲ معلوم کرو اور ان کے ذریعہ ل کی قیمت دریافت کرو۔ پھر اہتزاز کا وقت دوران و اور ف ا ز کی قیمتیں معلوم کرلو۔ پس مستقل م۱

یعنے $\frac{(ط^2 - ل^2)^2}{2 ط ل س}$ ف ا ز دریافت ہوجائیگا۔

فولادی کاڑی یا سوئی کو پیچوان کے اندر رکھ کر برقی مقوّم ز کی مزاحمت کو اس انداز پر لاؤ کہ ایم پیما (ر) اعظم برقی رو بتائے۔ اب زاویہ انصراف (تہ) پڑھ لو۔ پھر برقی رو کو مقوم کے ذریعہ گھٹاتے جاؤ اور اس کے ساتھ ساتھ برقی رو اور زاویۂ انصراف (تہ) کی قیمتیں پڑھتے جاؤ حتی کہ برقی رو گھٹ کر صفر ہوجائے۔ اس کے بعد منقلب کنجی کے ذریعہ برقی رو کی سمت کو الٹ دیکر مقوم کی مزاحمت گھٹاؤ اور اس طرح رو کو بتدریج بڑھاؤ یہاں تک کہ وہ اعظم منفی قیمت پر پہنچ جائے۔ پھر برقی رو کو بتدریج کم کرو اور رو اور زاویہ انصراف کا مشاہدہ کرتے ہوئے رو کو مکرر صفر قیمت پر لیجاؤ۔ بعد ازاں برقی رو کو مثبت سمت میں پھیر کر بتدریج اعظم کردو اور مثل سابق رو کے ساتھ زاویہ انصراف (تہ) بھی مشاہدہ کرتے جاؤ۔ مشاہدات کو ذیل کی جدول میں قلمبند کرو۔ پہلے دو خانوں میں برقی رو اور زاویہ انصراف کی

جو قیمتیں مشاہدہ ہوئی ہیں ان کو لکھو، تیسرے خانہ میں مس تہ درج کرو، اور چوتھے میں ح یعنے م۱ مس تہ کی قیمتیں۔

برقی رو	زاویہ انصراف (تہ)	مس تہ	ح	ف

آخری خانہ میں مقنانے والے میدان ف = ۴ء۰ع × (برقی رو) کی قیمتیں لکھی جائیں۔

مربعدار کاغذ پر ف اور ح کی ترسیم بناؤ یہ ترسیم شکل (۵۴) کے منحنی اَ ب ج دَ ہ دَ اَ کے مشابہ ہوگی۔ اس سے مقناؤ کے دَور کی کیفیت ظاہر ہوتی ہے۔

ل کی تعین کے لئے جو فولادی سوئی استعمال ہوئی تھی اس کے ٹھیک مشابہ اگر کوئی دوسری سوئی لی جائے، تو مشاہدات بجائے اعظم برقی رو سے شروع کرنے کے اس کی صفر قیمت سے شروع کئے جاسکتے ہیں۔ اس سے منحنی کا ابتدائی جزو س اَ بھی دستیاب ہوجائیگا۔ اس سے بہتر طریقہ یہ ہے کہ تعیری مشاہدات سے پہلے رَو اَور انصراف کا مکمل دَور مشاہدہ کرلیا جائے۔ بعد کو م۱ کی تخمین کی جائے۔ صرف ایک سوئی کافی ہوگی اور منحنی کا ابتدائی جزو بھی کھینچا جاسکیگا۔

اسی طرح نرم لوہے کے تار کے ساتھ تجربہ کیا جاسکتا ہے۔ اگر اس کے ابعاد سابقہ تجربہ کی سوئی کے ابعاد کے مساوی ہوں تو م۱ کی وہی قیمت ہوگی جو پہلے دریافت

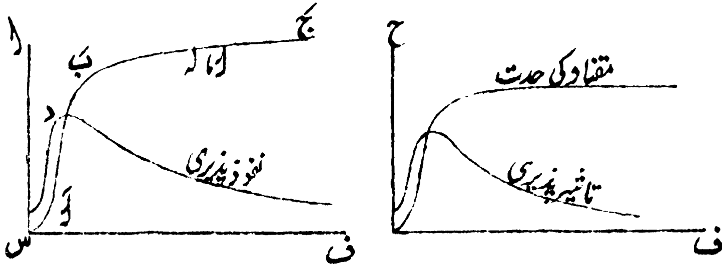
ہو چکی ہے۔
واضح ہو کہ متذکرہ بالا تجربہ میں مقناطیس کے سروں کا مخل اثر (جس کا ذکر صفحہ ۱۰۸ پر آیا ہے) محسوب نہیں ہوا ہے۔ ان ابعاد کے تاروں کے لئے، جب پیچوان پر سے اعظم رو گزرتی ہے تو اس اثر کی وجہ سے، میدان ف کی قیمت میں ۱۰ فیصد کی خطا محسوس ہوتی ہے۔ پس اس تجربہ سے محض تقریبی تحقیق ممکن ہے۔ زیادہ صحیح تحقیق کے لئے اس سے بہتر طریقوں کی ضرورت ہے لیکن اس کتاب میں ان کا ذکر بےموقعہ ہوگا۔

امالہ اور میدان (ا اور ف) کے منحنی۔

شکل (۵۴) کے منحنی سے مقناؤ کی حدّت (ح) اور مقنانے والے میدان (ف) کا باہمی تعلق ظاہر ہوتا ہے۔ اگر امالہ اور میدان کا ربط مقصود ہو تو حدّت (ح) سے امالہ (ا) کی قیمتیں حاصل کرلی جانی چاہیئں۔ واضح ہو کہ ا = ف + ۴ π ح۔

اکثر ضروریات کے لئے مقناؤ کے کامل دَور (شکل ۵۳) کی ضرورت نہیں۔ صرف مقنانے والے میدان کی مسلسل ترقی کے ساتھ دیئے ہوئے مادّے کے امالہ کی قیمتوں کا معلوم کرلینا کافی ہے۔ شکل (۵۱) میں نرم لوہے کے لئے ایک ایسا منحنی بتایا گیا ہے۔ اس کے معائنہ سے ظاہر ہوگا کہ ف جب چھوٹا ہوتا ہے تو ا بہت آہستہ بڑھتا ہے۔ ملاحظہ ہو منحنی کا جزو (س اَ)۔ اَ سے بَ تک منحنی کا میلان ف کے محور کے ساتھ بہت بڑا ہے، اس حصہ میں ف کی خفیف زیادتی سے امالہ ا کی قیمت میں کثیر اضافہ ہوتا ہے۔ اس کے بعد ا بہت آہستہ

بڑھتا ہے اور بالآخر منحنی کا آخری حصہ بَ جَ تقریباً سیدھا ہوتا ہے - اسی شکل میں مقناطیسی نفوذ پذیری (ن) اور ف کا منحنی بھی بتایا گیا ہے - چونکہ ن = $\frac{ا}{ف}$ امالہ اور حدت کے منحنی ہی سے اس کو حاصل کر سکتے ہیں - منحنی کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ ن ایک چھوٹی لیکن مستقل قیمت سے شروع ہوتا ہے - پھر جلد جلد بڑھ کر دَ کے پاس اعظم ہوجاتا ہے اور اس کے بعد اس کی قیمت میں بتدریج انحطاط ہوکر وہ پھر چھوٹا ہوجاتا ہے - مقنانے والے میدان کی قیمت جب بہت بڑی ہوتی ہے تو اس کی ترقی کے ساتھ (ن) مسلسل اپنی انتہائی قیمت = ا سے نزدیکتر ہوتا جاتا ہے -



شکل (۵۱)
ا - ف اور ن - ف کے منحنی

شکل (۵۲)
ح - ف اور ث - ف کے منحنی

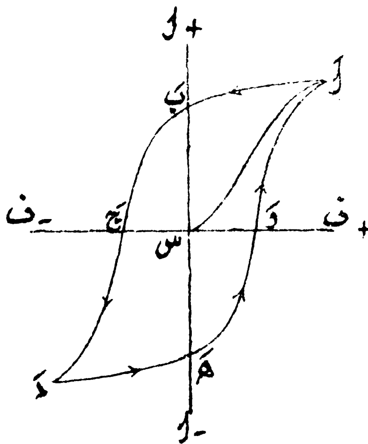
مقناؤ کی حدت اور میدان (ح - ف) کے منحنی - مقناطیسی سیری - امالہ اور میدان کے منحنی کو' بذریعہ مساوات ا = ف + ۴ π ح ' مقناؤ کی حدت ح اور ف کے منحنی میں تحویل کرنے سے معلوم ہوگا کہ ان دونوں منحنیوں

ہیں عام مشابہت ہے۔ لیکن موخرالذکر منحنی۔ شکل (۵۲)۔ بتدریج ف کے محور کے متوازی ہوتا جاتا ہے۔ حقیقتاً وہ ف کے محور کے متوازی اسی وقت ہوتا ہے جبکہ ف = ∞۔ بڑے سے بڑے مقنانے والے میدانوں میں جن کے ساتھ اس قسم کی پیمائشیں ہوئی ہیں، ف کی قیمت = ۱۵۵۳۰ تو ح = ۱۶۱۰ اور اس موقعہ پر ح کا منحنی محور ف کے تقریباً متوازی ہے۔ ایسی صورت میں مقناطیسی مادہ کی تاثیر پذیری (ث) = ح/ف گھٹ کر تقریباً صفر ہو جاتی ہے۔ چونکہ بڑی حدت کے مقنانے والے میدانوں کے لئے مقناؤ کی حدت ح کا منحنی بالآخر محور ف کے متوازی ہوتا ہے ایسی حالت میں کہا جاتا ہے کہ لوہے میں مقناطیسی سیری کی کیفیت پیدا ہوگئی۔ مقناطیسی سالمی نظریہ سے بھی اس کیفیت کی توقع ہوسکتی ہے۔ (ملاحظہ ہو صفحہ ۵)۔ اس لئے کہ جب تمام سالمی مقناطیس مقنانے والے میدان کی سمت میں پھیر دیئے جاتے ہیں تو مزید مقناؤ کیونکر ممکن ہوگا۔ شکل (۵۶) میں لوہے، فولاد، نیکل اور کوبلٹ کے اضافی مقناطیسی خواص بتائے گئے ہیں۔

مقناطیسی اختناق۔ مقناؤ کے کامل دَور کے منحنی، مثلاً شکل (۵۳)، پر نگاہ ڈالی جائے تو کئی ایک مفید معلومات حاصل ہوسکتی ہیں۔ جوں جوں مقنانے والے میدان ف میں ترقی ہوتی ہے، مقناؤ کی حدت ح میں اضافہ ہوتا جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو منحنی کا جزو س ق۔ اب ف کو گھٹانے

سے ح گھٹ تو جاتا ہے لیکن تاہم اپنی سابقہ قیمت سے جبکہ ف کی وہی قیمت تھی جواب ہے مگر ف بجائے گھٹنے کے ترقی کر رہا تھا، بڑھا ہوا ہوتا ہے۔ جیسا کہ جزو ا ب سے نمایاں ہے۔ جب مقنانے والا میدان صفر ہوجاتا ہے تو بھی مقناؤ کی حدت بقدر س ب باقی رہتی ہے۔ یہ باقیماندہ حدت عموماً باقیماندہ مقناطیسیت کے نام سے منسوب ہے۔ اس میں اور مقناطیسوں کی مستقل مقناطیسیت میں اشتباہ نہ ہونا چاہیئے۔ آخر الذکر کیفیت فولاد میں، باوجود مختلف قسم کے سخت اور ناموافق برتاؤ کے، استقلال کے ساتھ باقی رہتی ہے۔ لیکن اول الذکر میں اس قسم کی ثابت قدمی نہیں پائی جاتی۔

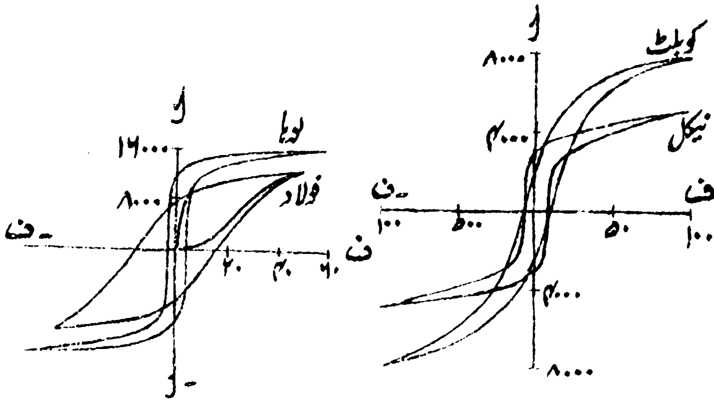
مقنانے والے میدان ف کو اب الٹ کر اسکی عددی قیمت کو س ج تک بڑھانے سے مقناؤ کی حدت ح صفر ہوتی ہے۔ یہ منفی میدان (س ج) جو ح کو صفر بنانے کے لئے اضافہ کرنا پڑتا ہے مقناطیسی قسر کھلاتا ہے۔ ف



شکل (۵۳)
مقناؤ کا دور

کی عددی قیمت میں مزید اضافہ کرنے سے منحنی ج سے ڈ تک ترقی کرتا ہے ۔ اس کے بعد جب ف کو بتدریج گھٹاکر صفر پر لاتے ہیں اور پھر اس کی سمت کو الٹ کر یعنے مثبت کرکے سابقہ اعظم قیمت پر لیجاتے ہیں تو منحنی کا بقیہ حصہ تیار ہوکر اس کی تکمیل ہوجاتی ہے۔شکل کے ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ منحنی کا وہ حصہ جو مقناؤ کو گھٹاتے وقت تیار ہوتا ہے ہمیشہ اس حصہ کے اوپر واقع ہوتا ہے جو مقناؤ کو بڑہاتے وقت بنتا ہے ۔معہذا اس پورے دور میں پہلے ف صفر قیمت پر پہنچتا ہے ' اس کے بعد ح کی نوبت آتی ہے ۔ چونکہ مقناؤ ح میدان ف کا ساتھ نہیں دیتا ہے بلکہ ہر وقت اس کے پیچھے رہتا ہے مقناطیسی مادّوں کی اس خاصیت کو انگریزی میں ھسٹریسنز کہتے ہیں جو ایک یونانی لفظ سے نکلا ہے جس کے معنے 'پیچھے رہنا' ہے ۔یہاں اس کے لئے اختناق نام تجویز ہوا ہے ۔

لوہا ' فولاد ' نیکل ' کوبلٹ ۔ لوہے اور فولاد کی اضافی مقناطیسی خاصیتیں شکل (۵۴) کے معاینہ سے ظاہر ہوسکتے ہیں ۔ لوہے میں فولاد کی بہ نسبت باقیماندہ مقناطیسیت زیادہ ہوتی ہے ' لیکن اس کی قسری قوت کم ہے ۔ لوہے کے لئے ا اور ف کا منحنی زیادہ سیدہا ہوتا ہے ' لیکن فولاد کی نسبت اختناق کے منحنی کا رقبہ چھوٹا ہوتا ہے ۔شکل (۵۵) میں یہی منحنیاں نیکل اور کوبلٹ کے لئے کھینچی گئی ہیں ۔



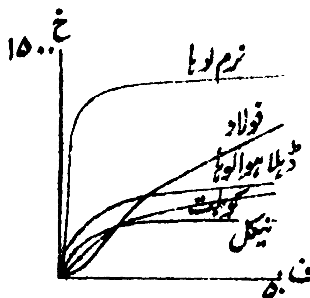
شکل (۵۵) (نیکل اور کوبلٹ کے مقناؤ کے دَور)

شکل (۵۴) (لوہے اور فولاد کے مقناؤ کے دَور)

کسی مقناطیسی مادّہ کا ایک کامل مقناطیسی دَور ختم کرنے کے لئے کام کرنا پڑتا ہے۔ اس کے ہر مکعب سنٹی میتر کے لئے فی کامل دَور یہ کام مناسب پیمانہ پر ح اور ف کے منحنی کے محصورہ رقبہ کے مساوی ثابت کیا جاسکتا ہے پس ظاہر ہے کہ فولاد کے کامل مقناطیسی دَور میں اس کے مساوی الحجم لوہے کے دَور سے زیادہ توانائی صرف کرنا پڑتا ہے کیونکہ یہ توانائی حرارت میں مبدل ہوتی ہے اس لئے مقناؤ کے انقلابوں سے فولاد بہ نسبت لوہے کے زیادہ گرم ہوجاتا ہے۔ برقی مقناطیسی مشینوں کی تیاری میں اس بات کا خیال رکھنا ضروری ہے۔ اس لئے کہ اختناق کی وجہ سے جو توانائی صرف ہوتی ہے بیکار جاتی ہے۔ پس جہاں کہیں ممکن ہو مشینری کے وہ مقناطیسی حصے جن کے مقناؤ میں مشینری کے عمل سے جلد جلد انقلاب

ہوتا رہتا ہے، بالعموم نرم لوہے کے بنائے جاتے ہیں۔

فولاد کی مقناطیسیت کا اتلاف۔ اکثر اس بات کی ضرورت پیش آتی ہے کہ فولاد کے ٹکڑوں کی مقناطیسیت تلف کی جائے۔ اس کا ایک بدیہی طریقہ یہ ہوسکتا ہے کہ اُن کو سرخ حرارت تک گرم کرکے ٹھنڈا ہونے دیا جائے۔ لیکن فولاد کو گرم کرنے سے اس کی اور خاصیتوں میں بھی تبدیلی ہوجاتی ہے۔ اور بال کمانی جیسی نازک



شکل (۵۶)

مقناطیسی خواص کی توضیح

فولاد کی چیز اگر ہو تو گرم کرنے کے بعد اس میں لچک باقی نہیں رہتی۔ اس لئے اس سے موزوں تر طریقہ کی ضرورت ہے۔

شکل (۵۳) کو دیکھ کر یہ خیال ممکن ہے کہ شائد اگر مقناطیسی مادہ کو دور کے نقطہ ج پر لاکر چھوڑ دیا جائے تو اس کی مقناطیسیت تلف ہوجائیگی۔ لیکن یہ خیال صحیح نہیں اس لئے کہ مقناطیسیت صرف اس وجہ سے صفر نظر آتی ہے کہ مادہ پر ایک مقناطیسی میدان بقدر س ج عمل کر رہا ہے۔ جب یہ میدان اٹھا لیا جائیگا تو

مادّہ مقنایا ہوا پایا جائیگا - اتلافِ مقناطیسیت کا موزوں و مناسب طریقہ صرف یہی ہے کہ دیئے ہوئے مادّہ کو شکل (۵۳) کی طرح مقناطیسی دَوروں میں متعدد بار گشت کرایا جائے دَوروں کی وسعت کو مسلسل گھٹائے جائیں یہاں تک کہ وہ گھٹ کر بالآخر مقناطیسی میدان عملاً صفر ہوجائے -

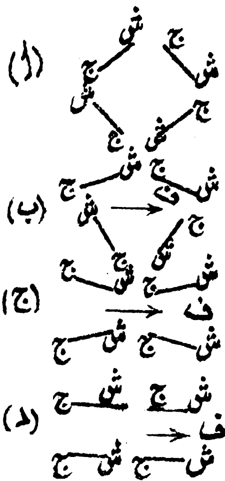
چنانچہ گھڑی کی بال کمانی میں جب اتفاق سے مقناطیسیت سرایت کرجاتی ہے تو اس کو ایک لولبی پیچھے کے اندر رکھ کر پیچھے پر سے متبادل برقی رَو بہلنے سے اگر کمانی کا عیب بالکلیہ رفع نہ ہوجائے تو کم از کم اس کی حالت پیشتر کی بہ نسبت بہت بہتر تو ضرور ہوجائیگی - برقی رَو ابتداءً بڑی ہونی چاہیئے اور پھر بتدریج گھٹ کر صفر ہوجانی چاہیئے -

ایوینگ کا سالمی نظریۂ مقناطیسیت

یوں تو مقناطیسیت کا سالمی نظریہ عرصہ دراز سے مان لیا گیا ہے لیکن محض یہ فرض کرلینے سے کہ سالمات خود مقناطیس ہیں بعض واقعات کی تشفی بخش توجیہ نہیں ہوسکتی - مثلاً کیا وجہ ہے کہ خفیف سے خفیف مقناطیسی میدان ان تمام سالمی مقناطیسوں کو اپنی سمت میں پھیر نہیں لیتا اور مقناطیسی سیری نہیں پیدا کرتا ؟ اس اعتراض کا یہ جواب ہوسکتا ہے کہ یہ سالمی مقناطیس بالکلیہ آزادی کے ساتھ پھر نہیں سکتے - چنانچہ پیشتر کے بعض محققین نے فرض کرلیا تھا کہ ان سالمات کے بیچ میں ایک طرح کی رگڑ عمل کرتی ہے جو ان کو آزادی کے ساتھ پھرنے نہیں دیتی - رگڑ کے مفروضہ سے پیچیدگیاں پیدا ہوجاتی

ہیں ۔ اس لئے سر جیمز ایوینگ نے خود ان سالمی مقناطیسوں کے باہمی اثرات کے ذریعہ مقناطیسی خواص کے سمجھانے کی کوشش کی ہے ۔ اس نے کمپاس سوئیوں کو ایک دوسرے کے قریب رکھ کر دیکھا کہ جب سوئیاں بحال خود چھوڑ دی جاتی ہیں تو ان کی وضع کیا ہوتی ہے' اور جب ان پر ایک خاص سمت میں مقناطیسی میدان بتدریج بڑھتے بڑھتے عمل کرنے لگتا ہے تو ان کی وضع میں کیا تبدیلیاں پیدا ہوتی ہیں ۔ کمپاس سوئیوں کے مشاہدے سے سالمی مقناطیسوں کی نسبت رائے قائم کرلی گئی ۔ بنظر سہولت یہاں غور کے لئے چار سوئیوں کا مجموعہ پیش کیا جاتا ہے ۔ درحقیقت مقناطیس کے اندر بیشمار سالمی مقناطیس ہوتے ہیں اور وہ ہر ممکن طریقہ پر ترتیب پا سکتے ہیں ۔

شکل (۵۷) میں تمثیلاً چار کمپاس سوئیوں کی مختلف صورتوں میں مختلف وضعیں بتائی گئی ہیں ۔ شکل (ا) میں

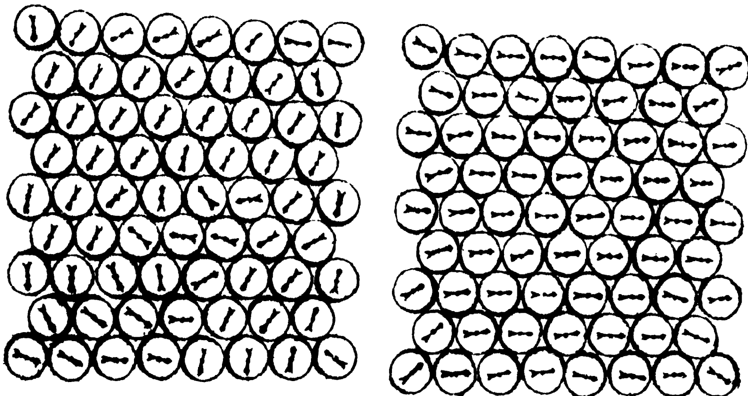


شکل (۵۷)
چار مقناطیسوں کے مجموعہ کی مقناطیسیت

ان کی وہ وضع ہے جو مقنانے والے میدان کی عدم موجودگی کی صورت میں ہوتی ہے۔ ایک سوئی کے شِ قطب سے دوسری سوئی کا ج قطب اسقدر نزدیک ہوگا کہ ان کا بیرونی اثر بحیثیت مجموعی صفر ہوگا۔ مقنانے والا میدان جب عمل نہیں کرتا ہے تو یہی کیفیت ہوتی ہے۔ اب اگر ایک کمزور مقنانے والا میدان ف عمل کرے تو کمپاس سوئیاں میدان کے اثر سے اس کی سمت میں خفیف سا پھر جائینگی جیسا کہ شکل (ب) میں بتایا گیا ہے۔ لیکن اس میدان سے یہ نہ ہوسکیگا کہ سوئیوں کے عقدوں یا گچھوں کو توڑ کر پراگندہ کردے۔ اگر میدان ف کو ذرا سا اور قوی کردیا جائے تو کمپاس سوئیوں کی وضعوں میں شکل (ج) کی طرح معتد بہ تبدیلی پیدا ہوگی اور سوئیاں میدان کی سمت میں پہلے سے بہت زیادہ پھر جائینگی۔ اس کے یہ معنے ہوئے کہ ف کی قیمت میں خفیف سا اضافہ کرنے سے مقناطیسی مادّہ کے مقناؤ کی حدّت میں کثیر اضافہ ہوتا ہے۔ پس شکل (۵۱) میں منحنی کے جزو اَ بَ سے مقناطیسی مادّہ کی حالت میں جس تبدیلی کا اظہار ہوتا ہے اس کی توجیہ ہوجاتی ہے۔ چونکہ کمپاس سوئیاں بڑی حد تک مقنانے والے میدان کی سمت اختیار کرچکی ہیں اور ان کے نئے عقدے تیار ہوگئے ہیں۔ اس کیفیت کے بعد ف کی قیمت میں اضافہ کرنے سے صرف یہی ہوسکتا ہے کہ کمپاس سوئیاں پہلے کی بہ نسبت میدان کی سمت میں تھوڑا سا اور مڑ جائیں۔ جیسا کہ شکل (د) میں اس کی توضیح ہوئی ہے۔ یہ کیفیت شکل (۵۱) والے منحنی کے جزو آخری

یعنے ب ج کی تعبیر ہے۔

چونکہ لوہے کے اندر بیشمار سالمی مقناطیس ہمہ قسم کے عقدوں میں ترتیب پاتے ہیں جن کی استقامت کے حدود بہت وسیع ہیں، یعنے ان میں ہر درجہ کی استقامت کے عقدے شامل ہیں، اس لئے واضح ہے کہ یہ سب عقدے دقت واحد میں ٹوٹ نہیں سکتے۔ پس مقنانے والے میدان کی تدریجی ترقی کے ساتھ لوہے کے مقناؤ میں بھی تدریجی اضافہ ہی ممکن ہوگا۔ اسی لئے شکل (۵۱) کی طرح مقناؤ کی ترسیم مسلسل اور تدریجی برآمد ہوتی ہے۔ شکل (۵۸ الف) کمپاس سوئیوں کے ایک کثیر مجمع کا فوٹوگراف ہے، جن پر ہنوز کوئی بیرونی مقنانے والا میدان عمل نہیں کر رہا ہے۔ اسی شکل کے حصہ (ب) میں ان کمپاس سوئیوں کا دوسرا فوٹوگراف درج ہے جبکہ ان پر ایک معتدل قوت کا میدان عمل کرتا ہے۔

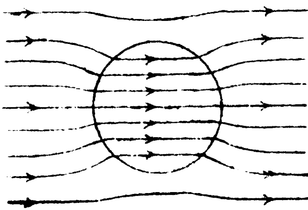


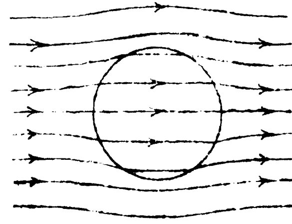
شکل (۵۸)

ایونگ کا مجوزہ نمونہ (مقناطیست کی توجیہ کیلئے)

پیرامیگنیٹک (پُر مقناطیسی) اور ڈائیا میگنیٹک (کم مقناطیسی) اشیاء

لوہے، نیکل اور کوبلٹ کی مقناطیسیت بہ نسبت اور اشیاء کے اسقدر بڑی ہوئی ہے کہ ان کیلئے اور مقناطیسی اشیاء سے علٰحدہ ایک خاص قسم تجویز کی گئی ہے جس کو لو مقناطیسی کہتے ہیں۔ لوہے کی مقناطیسی نفوذ پذیری ۲۰۰۰ تک بھی ہوتی ہے، نیکل کی ۳۰۰، اور کوبلٹ کی ۲۵۰۔ کسی اور شئے کی نفوذ پذیری (ن) اتنی بڑی نہیں ہوتی۔ اکثروں کے لئے (ن) کی قیمت تقریباً


(الف)


(ب)

شکل (۵۹)
پیرامیگنیٹک اور ڈائیامیگنیٹک اشیاء

اکائی ہی ہوتی ہے۔ بریں ہم قریب قریب تمام اشیاء میں کچھ نہ کچھ مقناطیسی خواص موجود ہیں خواہ وہ کتنے ہی کمزور کیوں نہ ہوں۔ ان اشیاء کی مقناطیسی خاصیت، ان کی نفوذ پذیری کی بہ نسبت، تاثیر پذیری کے ذریعہ بہتر معلوم کرائی جاسکتی ہے۔ مثلاً پلاٹینم کی مقناطیسی تاثیر پذیری بقدر $+ ۱٫۳۲ \times ۱۰^{-۶}$ ہے، الومینیم کی $+ ۰٫۶۵ \times ۱۰^{-۶}$

پانی کی $-۰٫۸ \times ۱۰^{-۶}$، تانبے کی $-۰٫۰۸۷ \times ۱۰^{-۶}$ اور بسمت کی $-۱٫۴ \times ۱۰^{-۶}$

اس سے ظاہر ہے کہ بعض اشیاء کی تاثیر پذیری مثبت ہے اور بعضوں کی منفی۔ جب کسی شئے کی تاثیر پذیری مثبت ہوتی ہے تو وہ شئے پیرامیگنیٹک یعنے پُر مقناطیسی کہلاتی ہے اور جب منفی ہو تو ڈائیا میگنیٹک (کم مقناطیسی)۔ چونکہ مقناطیسی نفوذ پذیری (ن) اور تاثیر پذیری (ش) میں مساوات ذیل کا تعلق ہے:

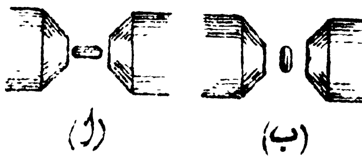
$$ن = ۱ + ۴\pi ش$$

اس سے معلوم ہوتا ہے کہ پلاٹینم کی نفوذ پذیری ۱٫۰۰۰۰۱۷ ہے اور بسمت کی ۰٫۹۹۹۹۶

پس "پُر مقناطیسی" اشیاء کی نفوذ پذیری اکائی سے بڑھ کر ہوتی ہے اور "کم مقناطیسی" اشیاء کی نفوذ پذیری اکائی سے کم۔ "پُر مقناطیسی" شئے کا کرہ جب یکساں حدت کے مقناطیسی میدان میں رکھا جاتا ہے تو اس کے اندر مقناطیسی امالی خطوط کی وضع شکل (۵۹) الف کی سی ہوتی ہے، اور جب "کم مقناطیسی" شئے کا کرہ رکھا جاتا ہے تو شکل (ب) کی سی۔

یہ معلوم کرنے کے لئے کہ آیا کوئی چیز "پر مقناطیسی" ہے یا "کم مقناطیسی" اس کو ایک بڑی قوت کے مقناطیسی میدان میں لیجا کر دیکھنا چاہیئے کہ وہ کیا وضع

اختیار کرتی ہے ۔ مثلاً اگر زیر امتحان شئے سلاخ کی شکل
میں ہے جب اس کو زبردست مقناطیسی میدان میں
لٹکاتے ہیں تو
وضع سکون میں
اس کا طول
میدان کی سمت
کے متوازی ہوگا
اگر وہ شئے
پُر مقناطیسی یا
"لو مقناطیسی" مادہ
کی ہو۔ لیکن اگر



شکل (۶۰)

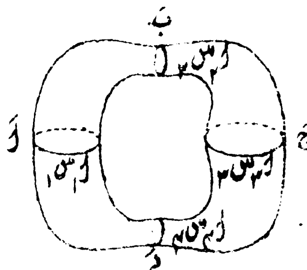
ہیرا اور ڈائیا مقناطیسیت

شئے "کم مقناطیسی" مادہ کی ہے تو سلاخ کا طول میدان
کے علی القوائم واقع ہوگا ۔ مثلاً لوہے یا پلاٹینم کے تار
کے ٹکڑے کی وضع مثل شکل (۶۰) الف کے ہوگی،
لیکن بسمت کے ٹکڑے کی وضع مثل شکل (ب) کے۔
معہذا لو مقناطیسی یا پُر مقناطیسی شئے جب کسی غیر
یکساں مقناطیسی میدان میں رکھی جاتی ہے تو وہ میدان
کے کمزور حصوں سے نکل کر زیادہ زور دار حصوں کی
طرف جاتی ہے، جیسا کہ لوہچون کو مقناطیس کے
قریب لیجانے سے ثابت ہوتا ہے ۔ اس کے ضد
میں "کم مقناطیسی" شئے میدان کے زوردار حصوں
سے نکل کر کمزور حصوں کی طرف جاتی ہے ۔ لیکن
مقناطیسی اشیاء پر جو قوتیں عمل کرتی ہیں اسقدر قلیل
ہیں کہ بڑی سے بڑی کم مقناطیسی خاصیت کی چیز کو اس
طرح حرکت کرتے ہوئے مشاہدہ کرنے کے لئے خاص آلات

کی ترتیب کی ضرورت ہوتی ہے۔

تنبیہ۔ یہ حصہ برق کا گیارھواں باب پڑھنے کے بعد شروع کیا جائے تو مناسب ہوگا۔]

مقناطیسی سرکٹ یا دورہ۔ صفحہ (۱۰۵) پر اس امر کی تفہیم ہوئی ہے کہ مقناطیسی امالہ کے خطوط کے ذریعہ مقناطیسی میدان کی مکمل طور پر تعبیر ہوسکتی ہے۔ چنانچہ اس کی بدولت بعض اہم عملی مثالوں کے مقناطیسی میدان اور امالہ کی حسابی تخمین ہوجاتی ہے۔ شکل (۶۱) میں اَ کے پاس سمت امالہ کے علی القوائم کسی رقبہ س۱ کے محیط میں سے مقناطیسی امالہ کے خطوط کھینچو۔ چونکہ امالی خطوط بند منحنی ہوتے



شکل (۶۱)
مقناطیسی سرکٹ یا دورہ

ہیں لہٰذا ان کو ان کی سمتوں میں ہر دو جانب آگے کو بڑھانے سے ایک بند نلی اَ ب ج د تیار ہوگی۔ جو خطوط مقام اَ پر رقبہ س۱ کے پار گزرتے ہیں وہ ب پر رقبہ س۲ کے، اور ج پر رقبہ س۳ کے بھی پار گزرینگے۔ نلی کے اور مقاموں پر بھی ایسا ہی ہوگا۔ اس لئے کہ کوئی امالی خطوط نہ تو نلی کے باہر جاسکتے ہیں اور نہ نلی کے اندر۔

داخل ہو سکتے ہیں۔ واضح ہو کہ لَ کے پاس فی اکائی رقبہ خطوط کی تعداد لَا ہے جو اس مقام کے مقناطیسی امالہ کی قیمت ہے۔ پس رقبہ س۱ میں سے جو خطوط گزرتے ہیں ان کی مجموعی تعداد لَا س۱ ہے۔ رقبہ س۲ میں سے

پار گزرنے والے خطوط کی مجموعی تعداد لَ۲ س۲ ہے۔ اسی طرح اور رقبوں کے لئے بھی۔ لیکن چونکہ خطوط کی مجموعی تعداد سب جگہ ایک ہے۔ لہٰذا

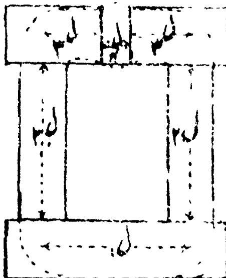
لَا س۱ = لَ۲ س۲ = لَ۳ س۳ = لَ۴ س۴ وغیرہ

یعنے اس کی قیمت نلی کے ہر مقام پہ ایک ہی ہے۔ امالہ کی ایسی بند نلی کو مقناطیسی سرکٹ یا دورہ کہتے ہیں۔

ابھی ابھی ہم نے دیکھا ہے کہ مقناطیسی سرکٹ یا دورہ کی یہ خاصیت ہے کہ اس کے ہر مقام پہ امالہ اور رقبۂ تراش عمودی کے حاصل ضرب کی مقدار ایک ہی ہوتی ہے۔

اس مقدار کو مقناطیسی فلکس یا نفاذ بھی کہتے ہیں۔

مقناطیسی سرکٹ میں مختلف تراش عمودی اور مختلف نفوذ پذیری کے اجزا بھی شامل ہو سکتے ہیں۔ مثلاً شکل (۶۲) میں برقی مقناطیس کا جو قلب بتایا گیا ہے اس پہ غور کیا جائے اس کا سرکٹ تقریباً اس



شکل (۶۲)
برقی مقناطیس کا قلب

نقطہ دار خط کے مشابہ ہوگا جو کھینچا گیا ہے۔ فرض کرو مقناطیس کے قاعدے کا کُل طول $ل_۱$ ہے اور اس کی عمودی تراش کا رقبہ $س_۱$۔ قاعدہ لوہے کا بنا ہوا ہے اور اس کی نفوذ پذیری بقدر $ن_۱$ ہے۔ اس کے ٹکڑے کی مقناطیسی مزاحمت $\frac{ل_۱}{ن_۱ س_۱}$ ہوگی۔ اسی طرح اگر مقناطیس کے ایک بازو کا طول $ل_۲$ فرض کیا جائے تو ایک ایک بازو کی مزاحمت $\frac{ل_۲}{ن_۲ س_۲}$ ہوگی۔ اور قطبین کے پاس کے ٹکڑوں کی مزاحمت فی ٹکڑا $\frac{ل_۳}{ن_۳ س_۳}$ ہوگی۔ چونکہ قطبین کے بیچ میں ہوا ہے اور ہوا کی نفوذ پذیری اکائی مانی گئی ہے اس لئے اس فضا کی مزاحمت $\frac{ل_۴}{س_۴}$ ہے۔ سارے سرکٹ کی مقناطیسی مزاحمت اس کے اجزاء کی مزاحمتوں کے مجموعے کے مساوی ہے۔ پس سرکٹ کی مجموعی مزاحمت

$$= \frac{ل_۱}{ن_۱ س_۱} + \frac{۲ ل_۲}{ن_۲ س_۲} + \frac{۲ ل_۳}{ن_۳ س_۳} + \frac{ل_۴}{س_۴}$$

مجموعی مقناطیسی امالہ یا فلکس یعنے نفاذ اور مقناطیسی مزاحمت کے حاصل ضرب کو سرکٹ کا مقناطیسی محرکہ کہتے ہیں جس کو ہم بطور اختصار م م لکھینگے۔ لہذا

$$(\text{مقناطیسی نفاذ}) \times (\text{مقناطیسی مزاحمت}) = م\ م$$

$$\text{پس مقناطیسی نفاذ} = \frac{م\ م}{\text{مقناطیسی مزاحمت}}$$

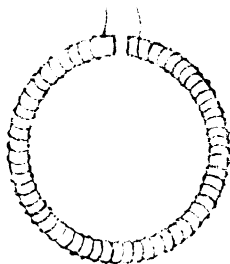
چونکہ برقی مقناطیس کے مقناطیسی محرکہ (م' م) کا باعث برقی رَو ہے جو برقی مقناطیس کے بازوؤں کے گرد کے لچھوں پر سے بہتا ہے، اور آگے چلکر ثابت کیا جائیگا کہ

یہ محرکہ ۴ π × (برقی رو کی قیمت مطلق اکائیوں میں × لچھے کے چکروں کی مجموعی تعداد)

$$\text{پس م' م} = \frac{\text{۴ π (ایمپیر) چکروں کی قیمت}}{\text{۱۰}}$$

(اس لئے کہ ایمپیر = $\frac{1}{10}$ مطلق اکائی برقی رَو اور ایمپیر چکر سے مراد مطلق برقی رو × لچھے کے چکروں کی تعداد ہے۔)

اس تعلق سے ظاہر ہے کہ اگر کسی برقی مقناطیس کے مجموعی ایمپیر چکروں کی قیمت معلوم ہو تو اس کا مقناطیسی محرکہ دریافت ہوجاتا ہے۔ اور م' م معلوم کر لینے کے بعد مقناطیسی مزاحمت کے ذریعہ مقناطیسی



شکل (۶۴)

مدوّر مقناطیسی سرکٹ

نفاذ کی بھی حسابی تخمین ہوجاتی ہے۔ اس نفاذ کو قطبین کے درمیانی ہوائی فضا کی تراش عمودی پر تقسیم کرنے سے اس فضا کے مقناطیسی میدان (ل) کی قیمت معلوم ہوجاتی ہے۔

مثال۔ لوہے کے ایک حلقہ کا محوری محیط ۵۰ سم ہے اور اس کی عمودی تراش ۰٫۵ مربع سم ہے۔ حلقہ پر مجوزہ تار کے ۴۰۰ چکر لپیٹے گئے ہیں اور اس پر سے ۱٫۵ ایمپیر کی برقی رو بہتی ہے۔ حلقہ کے منہ پر ۲ مم چوڑی ہوائی درز ہے۔ اس حالت میں اگر لوہے کی نفوذ پذیری ۵۰۰ تصور کی جائے تو دریافت کرو ہوائی درز میں مقناطیسی میدان کی حدت کیا ہے۔

ایمپیر چکروں کی قیمت = ۴۰۰ × ۱٫۵ = ۶۰۰

۴π ن ا = (۶۰۰ × ۴π) / ۱۰ = ۲۴۰π

لوہے کے حلقہ کی مقناطیسی مزاحمت = ۵۰ / (۵۰۰ × ۰٫۵) = ۰٫۲

ہوائی درز کی " " = ۰٫۲ / (۱ × ۰٫۵) = ۰٫۴

∴ مجموعی مقناطیسی مزاحمت = ۰٫۲ + ۰٫۴ = ۰٫۶

لیکن مقناطیسی نفاذ = ا س = ۴π ن ا / مجموعی مقناطیسی مزاحمت = ۲۴۰π / ۰٫۶ = ۱۲۵۷

پس ہوائی درز میں بھی مقناطیسی نفاذ کی یہی قیمت ہوگی۔

∴ ہوائی درز کا مقناطیسی امالہ ا = ۱۲۵۶ / ۰٫۵ = ۲۵۱۴ س گ ث کی اکائیاں

مگر ہوا کی نفوذ پذیری = ۱ پس ہوائی درز میں مقناطیسی میدان کی بھی یہی قیمت یعنی ۲۵۱۴ س گ ث کی اکائیاں ہوگی۔

چوتھے باب کی مشقیں

(۱)- مقناؤ کی حدت کی تعریف کرو۔ اس کو کس طرح ناپتے ہیں؟ لوہے کے مقناؤ کی حدت، مقنانے والی قوت کے ساتھ کس قاعدے سے بدلتی ہے؟
[ل-ی-]

(۲)- "مقناؤ کی حدت" اور "مقناطیسی تاثیر پذیری" کی تعریفیں لکھو۔ لوہے کا ایک کھوکھلا مسطول ۱۲ میتر اونچا ہے۔ اس کا بیرونی قطر ۳۰ سم اور اندرونی قطر ۲۰ سم ہے۔ زمین کے مقناطیسی میدان کے انتصابی جزو سے وہ مقنایا گیا ہے۔ اگر اس جزو کی حدت ۴۰، اکائی فرض کی جائے اور تاثیر پذیری ۸۰، تو حسابی عمل سے دریافت کرو مسطول کا مقناطیسی معیار اثر کیا ہے اور اس کے عمل سے کمپاس سوئی کے اہتزاز کے وقت دوران پر کیا اثر پڑیگا اگر سوئی مسطول کے قاعدے سے ۴ میتر دور اس کے شمالی جانب رکھی جائے۔ حساب میں مسطول کے سرے کا اثر ناقابل لحاظ تصور کیا جاسکتا ہے۔ اور ف یعنے زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت = ۲، ۰.
[ل-ی-]

(۳)- مقناؤ کی حدت کے لئے دو جداگانہ تعریفیں لکھی جائیں۔ دو سلاخی مقناطیسوں کے قطبین پر عمل کرنیوالی قوت کے لئے ایک جملہ اخذ کیا جائے، جبکہ مقناطیس آمنے سامنے ایک دوسرے سے تماس کرتے ہوئے

رکھے ہوئے ہوں

(۴) ایک وسیع مستوی مقناطیسی قطب کی تختی کی قیمت فی اکائی مربع سنتی میٹر ۵ء۸ ہے۔ حسابی عمل سے دریافت کرو تختی کے قریب میدان کی حدت کیا ہے۔

انگشتری کی شکل کے ایک مقناطیس میں سے ایک درز تراشی گئی ہے۔ مقناطیس کے مقناؤ کی حدت ۸۰ ہے۔ دریافت کرو درز میں مقناطیسی میدان کی حدت کیا ہے۔

(۵) مقناطیسیت کے سالمی نظریہ کا مختصر بیان لکھو۔

(۶) مقناطیسی سرکٹ سے کیا مراد ہے؟

انگشتری کی شکل کے ایک برقی مقناطیس کی تراش عمودی ۱۰ مربع سم ہے۔ اس کے محیط کا طول ۷۰ سم ہے۔ اور اس کو ۵ امپیر کی برقی رو سے مقنایا جاتا ہے۔ جو اس کے گرد تار کے ۶۰۰ چکروں پر سے بہتا ہے۔ اگر انگشتری کی ہوائی درز ایک سنتی میٹر چوڑی ہو تو بتاؤ اس درز میں مقناطیسی میدان کی حدت کیا ہوگی جبکہ لوہے کی نفوذ پذیری ۵۰۰ ہے۔

(۷) مقناؤ کی حدت کی تعریف کرو۔

۱۰ سم لمبی اور ایک مربع سم تراش کی ایک فولادی سلاخ کی دائمی مقناطیسیت کی اعظم حدت ۲۲۵ س، گ، ث اکائیاں دریافت ہوئی ہے۔ اگر اس سلاخ کے مرکز کے مشرقی جانب ۲۰ سم پر ایک مقناطیسیت پیما کی سوئی کا مرکز واقع ہو تو

بتاؤ سوئی کے بڑے سے بڑے زاویۂ انصراف کا مماس کیا ہوگا جبکہ زمین کے افقی مقناطیسی میدان ف کی قیمت = ۰٫۱۸ س، گ، ث اکائیاں
[ل - ی -]

(۸) - "مقناطیسی معیار اثر" اور "مقناؤ کی حدت" کی تعریفیں لکھو -
ایک مقنایا ہوا فولادی تار ۵ سم لمبا ہے اور اس کا قطر ۲ مم ہے - اگر اس کے مقناؤ کی حدت ۲۰۰ ہو تو دریافت کرو اس کے محور پر مرکز سے ۵۰ سم فاصلہ پر مقناطیسی میدان کی حدت کیا ہے -
[ل - ی -]

(۹) - ایک اسطوانی شکل کے مقناطیس کی عمودی تراش ۱ مربع سم ہے اور اس کے قطبین کے درمیان فاصلہ ۲۰ ہے - اس کو انتصابی تار سے جب ایسے مقام پر لٹکاتے ہیں جہاں زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت ۰٫۲۵ ہے تو وہ ۸۰ ثانیوں میں کامل ۲۰ مرتبہ اہتزاز کرتا ہے - اگر اس مقناطیس کے جمود کا معیار اثر ۲۴۵ ہو تو اس کا مقناطیسی معیار اثر اس کے قطب کی قیمت اور اس کے مقناؤ کی حدت دریافت کرو - [جامعہ سڈنی]

(۱۰) - لوہے کا ایک تار ۳۶ سم لمبا اور ۲ مم قطر کا محور کی سمت میں ۲۵ س، گ، ث اکائیوں کی حدت کے میدان سے مقنایا جاتا ہے - اگر اسکی مقناطیسی نفوذ پذیری ۵۲ ہو تو حسابی عمل سے دریافت کرو اس کا مقناطیسی معیار اثر کیا ہے اور نیز اسکے

علی القوائم منصف پر اس سے ۸۰ سم دور ایک نقطہ پر اس کے مقناطیسی میدان کی حدت کیا ہے۔

(۱۱) ۷،۵ اکائی کی حدت کے مقناطیسی میدان میں ایک فولادی سلاخ ۲۳ سم لمبی، ۲،۱ سم چوڑی اور ۰،۵ سم موٹی میدان کے متوازی رکھی گئی ہے۔ بتاؤ اس کا مقناطیسی معیار اثر کیا ہے اگر اس کی نفوذ پذیری ۶۴۰ ہے۔

(۱۲) لوہے کی ایک سلاخ ۱۰ سم لمبی اور ۰،۵ مربع سم عمودی تراش کی طول کی سمت میں یکساں مقنائی گئی ہے یہاں تک کہ اس کے مقناؤ کی حدت ۵۰۰ ہے۔ اس کا معیار اثر اور اس کے قطب کی قیمت دریافت کرو۔

(۱۳) نرم لوہے کی دو لمبی سلاخیں جن کی عمودی تراشیں ۲،۵ مربع سم ہیں ایک سیدھ میں ایک لمبے پیچوان کے اندر رکھی ہوئی ہیں۔ ایک سلاخ کا سرا دوسرے کے سرے سے لگا ہوا ہے۔ پیچوان کے فی سنٹی میٹر طول ۱۵ چکر ہیں اور اس پر سے ۱،۵ امپیر کی رو بہہ رہی ہے۔ اگر لوہے کی نفوذ پذیری ۱۵۰ ہے تو دریافت کرو ان سلاخوں کو ایک دوسرے سے علیٰحدہ کرنے کے لئے کتنی قوت کی ضرورت ہوگی۔

زائد مضمون منجانب مترجم

باب (۱) مقناطیسی قوہ اور میدان

اصل کتاب میں سلاخی مقناطیس کے محور اور اُس کے خط استوا پر کے میدانوں ہی کی تعیین ہوئی ہے۔ مقناطیسی میدان کے لئے عام ضابطہ دریافت نہیں کیا گیا ہے۔ ورنہ مقناطیسی قوہ کی اہمیت اور اس کے استعمال کے فوائد کا ذکر آیا ہے۔ اس لئے مناسب سمجھا گیا کہ اس ضمیمہ میں ان امور پر مختصر مضامین لکھدیئے جائیں تاکہ نصاب مکمل ہوجائے اور طالب علم کو مقناطیسیت کے متعلق جدید انکشافات کے سمجھنے اور اعلیٰ معلومات کے حاصل کرنے میں مدد ملے۔

(۱) **مقناطیسی قوہ**۔ اگر ایک نقطہ ل پر ق قیمت، یا طاقت کا مجرد شمالی مقناطیسی قطب واقع ہو تو اس کے گرد کے میدان میں اکائی قیمت کے شمالی مقناطیسی قطب کو میدان کے بعید ترین مقام سے کسی ایک مقام تک لانے کے لئے جو کام (قوت اندفاع کے خلاف) کرنا پڑتا ہے اس کو اس مقام پر کا قوہ کہتے ہیں۔ اگر اس مقام تک فاصلہ لا فرض کیا جائے تو ل پر کے مجرد قطب کے میدان کی حدت اس مقام پر (ہوا میں) $\frac{ق}{لا^2}$ ہوگی۔ پس میدان کے انتہائی حصوں سے کسی مقام ب تک (جو ل سے فاصلہ ط دور ہو) اکائی

قیمت کے شمالی قطب کو لانے کے لئے کام بقدر

$$-\int_{\infty}^{ط} \frac{ق}{لا^2}\ فر\ لا$$ کرنا ہوگا

واضح ہو کہ تکملہ کے قبل کی علامت منفی اس لئے رکھی گئی ہے کہ لاتناہی سے ب تک آنے میں فاصلہ لا گھٹتا ہے یعنے فر لا کی قیمت منفی ہے۔

پس نقطہ ب پر مقناطیسی قوہ $= -ق\left[-\frac{1}{لا}\right]_{\infty}^{ط} = \frac{ق}{ط} - \frac{ق}{\infty} = \frac{ق}{ط}$

اس طریقہ استدلال سے ظاہر ہے کہ قوہ اگر مثبت ہے تو قوت = - (قوہ کی تبدیلی کی شرح باعتبار فاصلہ)

یعنے $-\frac{فر(قوہ)}{فر لا} = قوت$

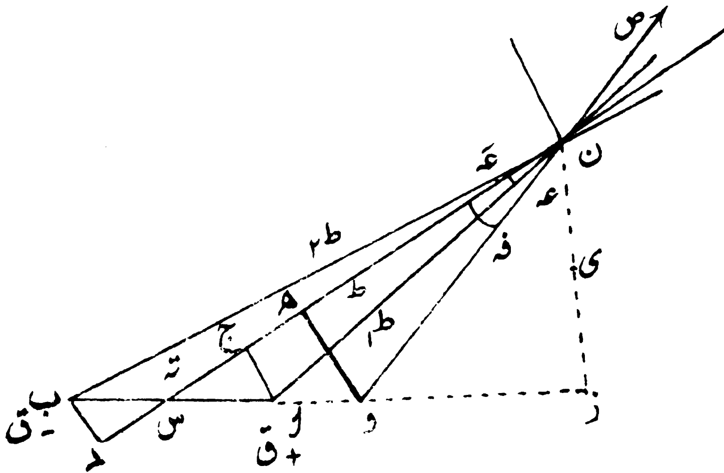
اگر ل سے ایک دوسرا نقطہ ج بقدر طَ دور ہو تو ل پر کے مجرد شمالی قطب کی وجہ سے ج پر قوہ $\frac{ق}{طَ}$ ہوگا۔ پس ب اور ج کے مابین تفاوت قوہ $\frac{ق}{ط} - \frac{ق}{طَ}$ ہوگا۔

بقائے توانائی کے اصول سے واضح ہے کہ مقناطیسی میدان میں کسی مقام پر بھی جب انتہائے میدان سے اکائی قطب لایا جاتا ہے تو کام کی مقدار ایک ہی ہوتی ہے خواہ اس اکائی قطب کے لانے کا راستہ کچھ ہی ہو۔ اس کے یہ معنے ہوئے کہ ہر ایک معین مقام پر مقناطیسی قوہ کی قیمت ایک ہی ہوتی ہے۔

چھوٹے سلاخی مقناطیس کا قوہ

چونکہ مقناطیسوں کے علی العموم دو قطب ہوتے ہیں جن میں سے

ایک شمالی ہوتا ہے اور دوسرا جنوبی۔ مصرحہ بالا ضابطہ کی مدد سے ہم بآسانی دریافت کر لے سکتے ہیں کہ ایک چھوٹے سلاخی مقناطیس کی وجہ سے اس کے میدان میں کسی مقام پر کیا قوّہ ہوگا۔ بہ نظر سہولت ہم فرض کرینگے کہ جس مقام پر کا قوّہ مطلوب ہے اس کا فاصلہ مقناطیس سے بمقابل مقناطیس کے طول کے بہت بڑا ہے



شکل (۱)

فرض کرو شکل (۱) میں ا ب ایک چھوٹا پتلا سلاخی مقناطیس ہے۔ اور ا اور ب اس مقناطیس کے شمالی اور جنوبی قطب ہیں۔ جن کی قیمتیں بالترتیب + ق اور - ق ہیں۔ نقطہ س پر مقناطیس کی تنصیف ہوئی ہے اور ن پر ایک مجرد شمالی مقناطیس اکائی قیمت کا رکھا ہوا ہے۔ ہمیں یہ دریافت کرنا مقصود ہے کہ

نقطہ ن پر مقناطیس کی وجہ سے کیا قوۃ ہے ۔ فرض کرد طول ا ن = ط۱، ب ن = ط۲، اور س ن = ط

زاویہ ا س ن جو مقناطیس کے مثبت سمت اور خط س ن (یعنے مقناطیس کے وسطی نقطہ کو کسی دیئے ہوئے نقطہ سے ملانے والے خط) کے مابین واقع ہے = تہ

ا اور ب سے خط ن س پر عمود ا ج اور ب د گراؤ ۔

س ج = س د = ل جم تہ اس لئے کہ مقناطس کا طول ۲ل مانا جاتا ہے ۔

چونکہ ط۱ ط۲ کے مقابلہ میں مقناطیس کا طول ۲ل بہت چھوٹا سمجھا جاتا ہے، اس لئے ا ن کو ج ن کے مساوی اور ب ن کو د ن کے مساوی ماننے میں جو خطائیں پیدا ہونگی ناقابل لحاظ ہونگی ۔

پس ط۱ = ط - ل جم تہ، اور ط۲ = ط + ل جم تہ

نقطہ ن پر ا کے شمالی مقناطیسی قطب (+ق) کی وجہ سے قوۃ = + $\frac{ق}{ط_۱}$

اور ب ” جنوبی ” ” (-ق) .... = - $\frac{ق}{ط_۲}$

پس ن پر پورے مقناطیس ا ب کی وجہ سے مقناطیسی قوۃ = $\frac{ق}{ط_۱} - \frac{ق}{ط_۲}$

$$= \frac{ق}{ط - ل\,جم\,تہ} - \frac{ق}{ط + ل\,جم\,تہ}$$

$$= \frac{۲\,ق\,ل\,جم\,تہ}{(ط^۲ - ل^۲\,جم^۲\,تہ)}$$

$$= \frac{ھ\,جم\,تہ}{ط^۲(۱ - \frac{ل^۲}{ط^۲}\,جم^۲\,تہ)}$$

جس میں ھ = مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر

اگر ط بمقابلہ ل کافی بڑا ہو تو $(\frac{ل^2}{ط^2}$ جم^2 تہ$)$ ناقابل لحاظ تصور کیا جا سکتا ہے۔

پس مقناطیس کے میدان میں کسی بھی مقام پر مقناطیسی قوۃ $= \frac{\text{ھ جم تہ}}{ط^2}$ تقریباً

اور جم تہ کی علامت کی مناسبت سے مقناطیسی قوہ کی علامت بھی بدلتی ہے۔

جبکہ تہ = ۰ قوۃ $= \frac{ھ}{ط^2}$ جبکہ تہ = ۹۰° یا ۲۷۰° قوۃ = ۰ واضح ہو

کہ ان صورتوں میں نقطہ ن مقناطیس کے خط استوا پر واقع ہوتا ہے۔

اور جبکہ تہ = ۱۸۰° قوۃ $= -\frac{ھ}{ط^2}$ پہلی اور آخری صورت میں ن

مقناطیس کے محور پر اس کے سیدھے اور بائیں طرف بالترتیب واقع ہوتا ہے۔

مقناطیسی معیار اثر کی تحلیل چونکہ مقناطیسی معیار اثر مقناطیس کے قطب کی قیمت اور اس کے طول کا حاصل ضرب ہے۔ اس لئے مثل اور سمتی مقادیر کے اس کی تحلیل سمتیوں کے متوازی الاضلاع کے اصول کے بموجب ہو سکتی ہے۔ اگرچہ یہ ایک وہمی بات ہے تاہم مقناطیسی قوۃ کے ذریعہ اس کی تحقیق مفید ہے۔

فرض کرو کہ متعدد مقناطیسوں کی تنصیف کا مشترک نقطہ ہے۔ ان مقناطیسوں کے محور ایک معین سمت کے ساتھ مختلف زاویئے تہ$_1$، تہ$_2$، تہ$_3$ وغیرہ بناتے ہیں۔ اور ان کے مقناطیسی معیار اثر بالترتیب ھ$_1$، ھ$_2$، ھ$_3$ وغیرہ ہیں۔ اگر ان سب مقناطیسوں کے بجائے صرف ایک مقناطیس کا معیار اثر کا تصور کیا جائے جو ان سبھوں کا 'حاصل' ہو اور سمت معینہ کے ساتھ زاویہ تہ بناتا ہو تو سمتیوں کے متوازی الاضلاع کے اصول کے بموجب

$$\text{ھ جم تہ} = \text{ھ}_1\,\text{جم تہ}_1 + \text{ھ}_2\,\text{جم تہ}_2 + \text{ھ}_3\,\text{جم تہ}_3 + \ldots\ldots$$

$$= \sum \text{ھ}_1\,\text{جم تہ}_1$$

اور
$$\text{ھ جب تہ} = \sum \text{ھ}_1\,\text{جب تہ}_1$$

اگر اس معینہ سمت میں نقطہ مشترک س سے فاصلہ ط پر کوئی نقطہ ن فرض کیا جائے تو ن پر ان مختلف مقناطیسوں کی وجہ سے مقناطیسی قوّہ صفحہ (۱۴۲) پر کے نتیجہ کے بموجب بقدر

$$\frac{\text{ھ}_1\,\text{جم تہ}_1}{\text{ط}^2} + \frac{\text{ھ}_2\,\text{جم تہ}_2}{\text{ط}^2} + \frac{\text{ھ}_3\,\text{جم تہ}_3}{\text{ط}^2}$$

ساتھ ہی حاصل معیار اثر ھ والے مقناطیس کی وجہ سے اس نقطہ ن پر قوّہ $\frac{\text{ھ جم تہ}}{\text{ط}^2}$ ہونا چاہئے پس یہ دونوں جملے ایک دوسرے کے مساوی لکھے جا سکتے ہیں یعنے

$$\frac{\text{ھ جم تہ}}{\text{ط}^2} = \frac{\text{ھ}_1\,\text{جم تہ}_1}{\text{ط}^2} + \frac{\text{ھ}_2\,\text{جم تہ}_2}{\text{ط}^2} + \frac{\text{ھ}_3\,\text{جم تہ}_3}{\text{ط}^2}$$

دئے ہوئے مقناطیسوں کے مقناطیسی معیار اثر کے جو تحلیلی اجزاء $\text{ھ}_1\,\text{جب تہ}_1$، $\text{ھ}_2\,\text{جب تہ}_2$، وغیرہ سمت معینہ س ن کے علی القوائم سمت میں تحلیل ہوتے ہیں، ان کا اثر نقطہ ن پر کے مقناطیسی قوّہ پر صفر ہے۔ اس لئے کہ نقطہ ن مقناطیسوں کے ان تمام تحلیل شدہ اجزا کے خط استوا پر واقع ہے۔ اسی طرح حاصل معیار اثر ھ والے مقناطیس کے تحلیلی جزو ھ جب تہ کا مقناطیسی قوّہ نقطہ ن پر صفر ہے۔ یعنے ن پر جو کچھ مقناطیسی قوّہ ہے

$\frac{\text{ھ جم تہ}}{\text{ط}^2}$ ہے اور وہ $\frac{\text{ھ}_1\,\text{جم تہ}_1}{\text{ط}^2} + \frac{\text{ھ}_2\,\text{جم تہ}_2}{\text{ط}^2} + \ldots\ldots$ وغیرہ

کے مساوی ہے۔ جس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ سمتیوں کے متوازی الاضلاع کے بموجب مقناطیسی معیار اثر کی بھی تحلیل ہوسکتی ہے۔ آگے چل کر

معلوم ہوگا کہ یہ اصول سود مند ہے اور اس کے ذریعہ ایک مقناطیس کا دوسرے مقناطیس پر اثر دریافت کرنے میں بہت سہولت پائی جاتی ہے۔

چھوٹے سلاخی مقناطیس کے میدان کا عام ضابطہ

ضابطہ - نقطہ ن پر میدان کی حدت معلوم کرنے کے کئی طریقے ہیں۔ پہلے ہم ن پر کے مقناطیسی قوۃ کے ذریعہ اس حدت کی تعیین کر لیتے ہیں اور بعد کو مقناطیسی معیار اثر کی تحلیل کا جو قاعدہ ثابت کیا گیا ہے اس سے استفادہ کر کے یہی ضابطہ اخذ کرتے ہیں۔

(ا)۔ چونکہ ن پر مقناطیس ا ب (ملاحظہ ہو شکل ۱) کا مقناطیسی قوۃ $\frac{\text{ھ جم تہ}}{\text{ط}^2}$ ثابت ہوا ہے اور کسی خاص سمت میں مقناطیسی میدان کی حدت سے مراد اس سمت میں مقناطیسی قوۃ کی تبدیلی کی شرح ہے (منفی علامت کے ساتھ) پس

مقناطیسی حدت نقطہ ن پر سمت س ن میں $= -\frac{\text{فر}(\text{ھ جم تہ ط}^{-2})}{\text{فر ط}}$

$$= \frac{2\ \text{ھ جم تہ}}{\text{ط}^3}$$

اور سمت س ن کے علی القوائم سمت (پیکان کی جانب) حدت $= -\frac{\text{فر}(\text{ھ جم تہ ط}^{-2})}{\text{ط فر تہ}}$

$$= \frac{\text{ھ جب تہ}}{\text{ط}^3}$$

(ب) مقناطیس کے معیار اثر ھ کے تحلیلی اجزاء سمت س ن اور اس کے علی القوائم سمت (پیکان کی جانب) میں بالترتیب ھ جم تہ اور ھ جب تہ ہیں بالفاظ دیگر بجائے مقناطیس ا ب کے ہم نے

دو مقناطیس تجویز کئے ہیں۔ ایک جس کا محور س ن کی سمت میں واقع ہے اور جس کا مقناطیسی معیار اثر م جم تہ ہے، اور دوسرا جس کا محور س ن کے علی القوائم ہے اور مقناطیسی معیار اثر م جب تہ ہے۔ واضح ہو کہ ن اوّل الذکر مقناطیس کے محور پر واقع ہے اور آخر الذکر کے خط استوا پر۔ اصل کتاب کے ابتدائی حصہ میں بیان ہوا ہے کہ م جم تہ معیار اثر والے مقناطیس کے میدان کی حدت اس کے محور کی سمت میں $\frac{\text{۲ م جم تہ}}{\text{ط}^{۳}}$ ہے اور م جب تہ معیار اثر کے مقناطیس کے میدان کی حدت اس کے نور کے متوازی یعنے س ن کے علی القوائم ہیکان کی جانب $\frac{\text{م جب تہ}}{\text{ط}^{۳}}$ ہے۔ دونوں طریقوں سے ایک ہی نتائج برآمد ہوتے ہیں اور ہونا بھی یہی چاہئے۔

ان دونوں حدتوں کا حاصل نقطہ ن پر کا حاصل مجموعی میدان ہے۔ اور چونکہ ہم نے کوئی ایک زاویہ تہ تجویز کیا ہے اس لئے میدان کی حدت کے لئے ایک عام ضابطہ مستنبط ہوتا ہے۔

$$\text{یعنے حاصل مجموعی حدت ح} = \frac{\text{م}}{\text{ط}^{۳}}\sqrt{\text{۴ جم}^{۲}\text{ تہ} + \text{جب}^{۲}\text{ تہ}} = \frac{\text{م}}{\text{ط}^{۳}}\sqrt{\text{۱} + \text{۳ جم}^{۲}\text{ تہ}}$$

اور اس حاصل مجموعی حدت کی سمت خط س ن کے ساتھ جس زاویہ فہ پر مائل ہے اس کی ضابطہ ذیل سے تعیین ہوتی ہے:

$$\text{مس فہ} = \frac{\frac{\text{م جب تہ}}{\text{ط}^{۳}}}{\frac{\text{۲ م جم تہ}}{\text{ط}^{۳}}} = \frac{۱}{۲}\ \text{مس تہ}$$

مساوات مندرجہ بالا کی مدد سے اس حاصل مجموعی میدان کی حدت کی سمت معلوم کرنے کے دو آسان ہندسی طریقے ہاتھ

آتے ہیں ۔طریقہ (۱) خط س ن میں ایک نقطہ ھ ایسا لو کہ س ھ = $\frac{۱}{۲}$ ھ ن ۔ ھ د خط س ن کے علی القوائم کھینچو جو مقناطیس کے محور سے نقطہ د پر جا ملے ۔ د ن کی سمت حاصل مجموعی میدان ح کی سمت ہے ۔ طریقہ (۲) نقطہ ن سے مقناطیس کے محور پر عمود ن ذ گراؤ اور ن ذ کی نقطہ ی پر تنصیف کرو ۔ خط س ی کا میلان مقناطیس کے محور ا ب کے ساتھ بقدر زاویہ فہ ہے ۔

چھوٹے سلاخی مقناطیس کے میدان کے لئے زیادہ صحیح ضابطے

شکل (۱) کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ ا اور ب کے قطبوں کا اندفاعی اور انجذابی اثر نقطہ ن پر کے اکائی قیمت کے مجرد مقناطیسی قطب پر علیحدہ علیحدہ حساب کرکے اس مقام پر کے میدان کی حدت دریافت کی جاسکتی ہے ۔ بنظر سہولت نقطہ ن پر کے قطب اور ا اور ب پر کے قطبوں کے مابین جو قوتیں عمل کرتی ہیں ان کو یا تو (۱) خط س ن اور اس کے علی القوائم خط کی سمت میں تحلیل کرنا مناسب ہوگا یا (۱) مقناطیس کے محور ا ب کے متوازی اور اسکے علی القوائم سمت میں چونکہ نقطہ ن مقناطیس سے کافی دور تصور کیا گیا ہے اس لئے زاوئے س ن ا (= عہ) اور س ن ب (= عہَ) بہت چھوٹے ہیں لہذا جم عہ = ۱ تقریباً اور جم عہَ = ۱ تقریباً

اور چونکہ جب عہ = $\frac{\text{ل جب تہ}}{\text{ط} - \text{ل جم تہ}}$ اور جب عہَ = $\frac{\text{ل جب تہ}}{\text{ط} + \text{ل جم تہ}}$ اسلئے

عہ = $\frac{\text{ل جب تہ}}{\text{ط} - \text{ل جم تہ}}$ تقریباً اور عہَ = $\frac{\text{ل جب تہ}}{\text{ط} + \text{ل جم تہ}}$ تقریباً

(۱) ۔ ا پر کے شمالی مقناطیسی قطب (+ ق) کی وجہ سے

ن پر قوت خط اُن کی سمت میں $= \dfrac{\text{ق}}{\text{ط}_{۱}^{۲}} = \dfrac{\text{ق}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})^{۲}}$

اور (ب) پر کے جنوبی مقناطیسی قطب (- ق) کی وجہ سے

ن پر قوت ن ب کی سمت میں $= \dfrac{\text{ق}}{\text{ط}_{۲}^{۲}} = \dfrac{\text{ق}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})^{۲}}$

ان قوتوں کو جب س ن، اور اس کے علی القوائم پیکان کی سمت میں تحلیل کرتے ہیں تو

$$\text{س ن کے متوازی قوت} = \frac{\text{ق جم عہ}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})^{۲}} - \frac{\text{ق جم عَہ}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})^{۲}}$$

$$= \frac{\text{ق}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})^{۲}} - \frac{\text{ق}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})^{۲}} \quad \text{تقریباً اسلئے کہ جم عہ} = \text{جم عَہ} = \text{۱ تقریباً}$$

$$= \frac{\text{۴ ط ل جم تہ ق}}{(\text{ط}^{۲} - \text{ل}^{۲}\text{ جم}^{۲}\text{ تہ})^{۲}} = \frac{\text{۲ ط م جم تہ}}{(\text{ط}^{۲} - \text{ل}^{۲}\text{ جم}^{۲}\text{ تہ})^{۲}}$$

$$= \frac{\text{۲ م جم تہ}}{\text{ط}^{۳}} \quad \text{تقریباً}$$

$$\text{اور س ن کے علی القوائم} = \frac{\text{ق جب عہ}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})^{۲}} + \frac{\text{ق جب عَہ}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})^{۲}}$$

$$= \frac{\text{ق ل جب تہ}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})^{۳}} + \frac{\text{ق ل جب تہ}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})^{۳}}$$

$$= \frac{\text{۲ ق ل جب تہ}}{(\text{ط}^{۲} - \text{ل}^{۲}\text{ جم}^{۲}\text{ تہ})^{۳}} \left(\text{ط}^{۳} + \text{۳ ط ل}^{۲}\text{ جم}^{۲}\text{ تہ}\right)$$

$$= \frac{\text{م جب تہ}}{\text{ط}^{۶}} \left(\text{ط}^{۳} + \text{۳ ط ل}^{۲}\text{ جم}^{۲}\text{ تہ}\right) \quad \text{تقریباً}$$

$$= \frac{\text{م جب تہ}}{\text{ط}^{۳}} + \frac{\text{۳ م ل}^{۲}\text{ جب تہ جم}^{۲}\text{ تہ}}{\text{ط}^{۵}} \quad \text{تقریباً}$$

$$= \frac{\text{م جب تہ}}{\text{ط}^{۳}} + \frac{\text{۳ م جب تہ}}{\text{ط}^{۳}} \left(\frac{\text{ل جم تہ}}{\text{ط}}\right)^{۲} \quad \text{تقریباً}$$

چونکہ $\left(\frac{\text{ل جم تہ}}{\text{ط}}\right)^{۲}$ نا قابل لحاظ مقدار ہے لہذا

س ن کے علی القوائم بیکان کی سمت میں قوت $= \frac{\text{م جب تہ}}{\text{ط}^{۳}}$ تقریباً

جیسا کہ اس سے پہلے ثابت کیا گیا تھا۔

(۲)۔ نقطہ ن پر کے اکائی شمالی مجرد قطب پر عمل کرنے والی قوتوں کو محور ا ب اور اس کے علی القوائم سمت میں تحلیل کرنے سے،

محور کے متوازی قوت $= \frac{\text{ق جم (تہ + عہ)}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})^{۲}} - \frac{\text{ق جم (تہ} - \text{عہَ)}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})^{۲}}$

اور محور کے علی القوائم $= \frac{\text{ق جب (تہ + عہ)}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})^{۲}} - \frac{\text{ق جب (تہ} - \text{عہَ)}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})^{۲}}$

چونکہ جم عہ = جم عہَ = ۱، اور جب عہ $= \frac{\text{ل جب تہ}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})}$ اور جب عہَ $= \frac{\text{ل جب تہ}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})}$

پہلے جملہ کو پھیلانے سے، محور کے متوازی قوت

$$= \frac{\text{ق}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})^{۲}}\left\{\text{جم تہ} - \text{جب تہ}\,\frac{\text{ل جب تہ}}{\text{ط} - \text{ل جم تہ}}\right\} - \frac{\text{ق}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})^{۲}}\left\{\text{جم تہ} + \text{جب تہ}\,\frac{\text{ل جب تہ}}{\text{ط} + \text{ل جم تہ}}\right\}$$

$$= \frac{\text{ق (ط جم تہ} - \text{ل)}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})^{۳}} - \frac{\text{ق (ط جم تہ + ل)}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})^{۳}}$$

$$= \frac{\text{ق}}{(\text{ط}^{۲} - \text{ل}^{۲}\text{جم}^{۲}\text{تہ})^{۳}}\left\{\text{۶ط}^{۳}\text{ل جم}^{۲}\text{تہ} + \text{۲ط ل}^{۳}\text{جم}^{۴}\text{تہ} - \text{۲ط}^{۳}\text{ل} - \text{۶ط ل}^{۳}\text{جم}^{۲}\text{تہ}\right\}$$

$$= \frac{\text{۳م جم}^{۲}\text{تہ}}{\text{ط}^{۳}} + \text{۲م}\frac{\text{ل}^{۲}\text{جم}^{۴}\text{تہ}}{\text{ط}^{۵}} - \frac{\text{م}}{\text{ط}^{۳}} - \frac{\text{۳م ل}^{۲}\text{جم}^{۲}\text{تہ}}{\text{ط}^{۵}}$$

$$= \frac{\text{۳م جم}^{۲}\text{تہ}}{\text{ط}^{۳}} - \frac{\text{م}}{\text{ط}^{۳}}\ \text{تقریباً}$$

$$= \frac{\text{م}}{\text{ط}^{۳}}\left(\text{۳ جم}^{۲}\text{تہ} - ۱\right)\ \text{"}$$

دوسرے جملہ کو پھیلا کر ترتیب دینے سے محور کے

$$\text{علی القوائم قوت} = \frac{\text{ق ط جب تہ}}{(\text{ط} - \text{ل جم تہ})^{۲}} - \frac{\text{ق ط جب تہ}}{(\text{ط} + \text{ل جم تہ})^{۲}}$$

$$= \frac{\text{ق ط جب تہ}}{\text{ط}^{۶}} \left(۶\,\text{ط}^{۲}\,\text{ل جم تہ} + ۲\,\text{ل}^{۳}\,\text{جم}^{۳}\,\text{تہ}\right) \text{ تقریباً}$$

$$= \frac{۳\,\text{ھ جب تہ جم تہ}}{\text{ط}^{۳}} + \frac{\text{ھ ل}^{۲}\,\text{جم}^{۲}\,\text{تہ جب تہ}}{\text{ط}^{۵}}$$

$$= \frac{۳\,\text{ھ جب تہ جم تہ}}{\text{ط}^{۳}} \text{ تقریباً}$$

اب چونکہ نقطہ ن پر کے اکائی شمالی قطب پر مقناطیس اب کی وجہ سے جو قوت عمل کرتی ہے اس کے تحلیلی اجزاء اب اور اس کے علی القوائم سمتوں میں دریافت ہو چکے ہیں۔ لہٰذا حاصل مجموعی قوت ص کی تقریبی قیمت

$$= \frac{\text{ھ}}{\text{ط}^{۳}} \sqrt{۹\,\text{جب}^{۲}\,\text{تہ جم}^{۲}\,\text{تہ} + ۹\,\text{جم}^{۴}\,\text{تہ} - ۶\,\text{جم}^{۲}\,\text{تہ} + ۱}$$

$$= \frac{\text{ھ}}{\text{ط}^{۳}} \sqrt{۱ + ۳\,\text{جم}^{۲}\,\text{تہ}}$$ جیسا کہ قبل ازیں دوسرے طریقہ سے

نکالا گیا ہے۔ اور یہ حاصل قوت محور اب کے ساتھ جس زاویہ ذ پر مائل ہے بذریعہ ضابطہ ذیل اس کی تصریح کی جاتی ہے:-

$$\text{مس ذ} = \frac{\dfrac{۳\,\text{ھ جب تہ جم تہ}}{\text{ط}^{۳}}}{\dfrac{\text{ھ}\,(۳\,\text{جم}^{۲}\,\text{تہ} - ۱)}{\text{ط}^{۳}}}$$

$$= \frac{۳ \text{ جب } ته \text{ جم } ته}{۲ \text{ جم}^۲ ته - ۱} = \frac{۳ \text{ مس } ته}{۲ - \text{مس}^۲ ته}$$

[زاویہ ذ کا ضابطہ اس طرح بھی مستنبط کیا جا سکتا ہے :

$$\text{مس ذ} = \text{مس } (ته + نه) = \frac{\text{مس } ته + \text{مس } فه}{۱ - \text{مس } ته \text{ مس } فه}$$

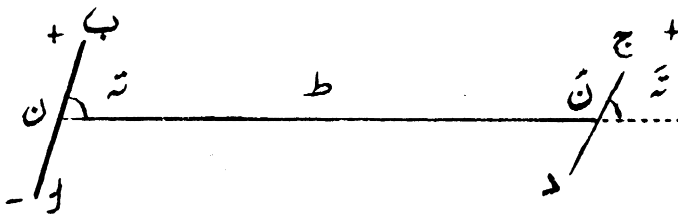
$$= \frac{\frac{۳}{۲} \text{ مس } ته}{۱ - \frac{۱}{۲} \text{ مس}^۲ ته} = \frac{۳ \text{ مس } ته}{۲ - \text{مس}^۲ ته}$$

$$= \frac{۳ \text{ جب } ته \text{ جم } ته}{۲ \text{ جم}^۲ ته - \text{جب}^۲ ته} = \frac{۳ \text{ جب } ته \text{ جم } ته}{۳ \text{ جم}^۲ ته - ۱}$$ }

ایک چھوٹے مقناطیس کا عمل دوسرے چھوٹے مقناطیس پر

(۱) دو مقناطیسوں کے مابین حیلی جفت

شکل (۲) میں ا ب اور ج د دو چھوٹے سلاخی مقناطیس ہیں



شکل (۲)

جن کے مقناطیسی معیار اثر بالترتیب م، مَ ہیں) اور ن اور نَ جنکے وسطی نقطے ہیں خط ن نَ کے ساتھ ان مقناطیسوں کے محور زاویے ته اور تَه بناتے ہیں۔ ب اور د مقناطیسوں کے مثبت

(یعنے شمالی) سرے ہیں اور ا اور ج ان کے منفی سرے ۔ خط ن نَ کا طول = ط

مقناطیس ا ب کی وجہ سے نقطہ نَ پر دو قوتیں عمل کرتی ہیں ۔ ایک قوت ن نَ کی سمت میں بقدر $\frac{۲ م جم تہ}{ط^۳}$ عمل کرتی ہے ' اور دوسری قوت ن نَ کے علی القوائم (صفحہ پر خط کے اوپر سے نیچے کی طرف) بقدر $\frac{م جب تہ}{ط^۳}$ عمل کرتی ہے ۔

چونکہ مقناطیس ج د چھوٹا ہے ' اس لئے ہم فرض کر لیتے ہیں کہ نَ پر جو قوتیں عمل کرتی ہیں مقناطیس ج د کے سروں پر بھی وہی قوتیں عمل کرتی ہیں ۔ پس ج د پر ایک حیلی جفت ' خط ن نَ کے متوازی قوتوں کے باعث ' موافق سمتِ ساعت بقدر

$$\frac{۲ م جم تہ}{ط^۳} \quad مَ جب تَہ$$ عمل کرتا ہے

اور ایک دوسرا جفت اسی سمت میں خط ن نَ کے علی القوائم قوتوں کے باعث بقدر

$$\frac{م جب تہ}{ط^۳} \quad مَ جم تَہ$$ عمل کرتا ہے

یعنے ج د پر مجموعی جفت موافق سمت ساعت $\frac{م مَ}{ط^۳}$

(۲ جم تہ جب تَہ + جب تہ جم تَہ) ہے ۔

واضح ہو کہ یہ جفت اس صورت میں ناپید ہوتا ہے جبکہ

مس تَہ = - $\frac{۱}{۲}$ مس تہ یعنے جبکہ مقناطیس ج د کا محور مقناطیس ا ب کے خطوط قوت کی سمت میں واقع ہوتا ہے ۔ ملاحظہ ہو صفحہ ۱۴۵

اسی طرح مقناطیس ا ب پر مجموعی حیلی جفت

$\frac{م م'}{۲ ط^۳}$ (۲ جم تہ جیب تہ + جیب تہ جم تہ) موافق سمت ساعت عمل کرتا ہے

یہ دونوں جفت نابید ہونے کیلئے تہ = ۰ یا π ، تہ' = ۰ یا π
یا تہ = ± $\frac{\pi}{۲}$ ، تہ' = ± $\frac{\pi}{۲}$

یعنے مقناطیسوں کے محور باہمدیگر متوازی ہونے چاہئیں، اور وسطی نقطوں کو ملانے والے خط کے متوازی ہونے چاہئیں یا علی القوائم۔ تفصیل کے لئے مندرجہ ذیل دو شکلیں ملاحظہ ہوں۔

(ا) ا ـــــ ب   ج ـــــ د

تہ = ۰ تہ' = ۰ حیلی جفت نابید اور توازن قائم

(ب) ا | ب   ج | د

تہ = $\frac{\pi}{۲}$ تہ' = $\frac{\pi}{۲}$ حیلی جفت نابید اور توازن غیر قائم

دو اور خاص صورتیں بھی قابل غور ہیں۔ ان میں ایک مقناطیس کا محور وسطی نقطوں کو ملانے والے خط کے متوازی واقع ہوتا ہے اور دوسرے مقناطیس کا محور اسکے علی القوائم ہوتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکلیں ج، د

(ج) ا ـــــ ب   ج | د

تہ = ۰ تہ' = $\frac{\pi}{۲}$ ـ مقناطیس ج د پر عمل کرنیوالا جفت = $\frac{۲ م م'}{ط^۳}$

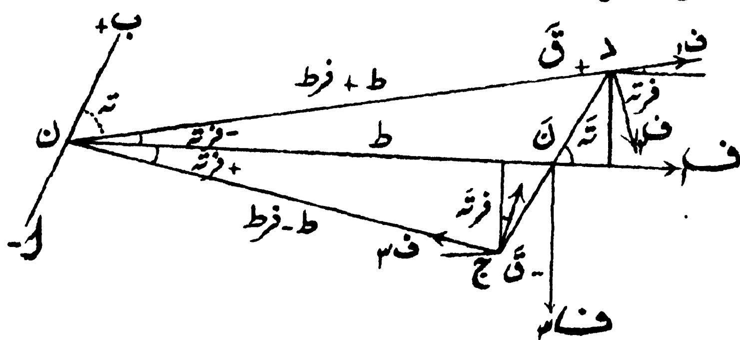
اور ... ا ب ، ...... = $\frac{م م'}{ط^۳}$

(د) ج ←د ا|ب

تہ = $\frac{\pi}{2}$ " = مقناطیس ج د پر جفت $\frac{م م'}{ط^2}$ عمل کرتا ہے

اور ا ب پر " $\frac{2 م م'}{ط^2}$

مندرجہ بالا بیان سے ظاہر ہوگا کہ ا ب اور ج د پر عمل کرنے والے حیلی جفت **عموماً مساوی اور مخالف نہیں** ہیں۔ طالب علم کو یہ بات بظاہر خلاف قیاس معلوم ہوگی۔ لیکن اگر ان مقناطیسوں کو ڈھکیلنے والی (نہ کہ گھمانے والی) قوتوں پر بھی غور کیا جائے تو یہ شبہہ رفع ہو جائیگا۔ ہم اب ان ڈھکیلنے والی قوتوں کی صراحت کر دیتے ہیں۔ مقناطیسوں کی عام وضعوں میں خط ن نَ اور اس کے علی القوائم سمت میں ایک مقناطیس کی وجہ سے دوسرے مقناطیس پر ڈھکیلنے والی جو قوتیں عمل کرتی ہیں ان کی تعیین احصاء تفرقات کے ابتدائی اصول کے ذریعہ بہت آسان ہے۔ مندرجہ ذیل شکل سے طالب علم کو اِس بات کی تحقیق میں کافی مدد ملجائیگی۔



شکل (۳)

(۲) دو مقناطیسوں کے مابین ڈھکیلنے والی قوتیں۔

شکل (۳) میں اب اور ج د دو چھوٹے سلاخی مقناطیس ہیں۔ طالبِ علم کی سہولت کی غرض سے اِن کا درمیانی فاصلہ ن نَ چھوٹا بتایا گیا ہے۔ اب کا مقناطیسی معیار اثر مَ ہے اور ج د کا مَ۔ نَ پر اب کی وجہ سے دو قوتیں عمل کرتی ہیں۔

ایک $\text{ف}_1 = \frac{2\,\text{مَ جم تہ}}{\text{ط}^3}$ خط ن نَ کی سمت میں، اور دوسری

قوت $\text{ف}_2 = \frac{\text{مَ جب تہ}}{\text{ط}^3}$ خط ن نَ کے علی القوائم اور صفحہ کے مستوی میں اوپر سے نیچے کی طرف۔

پس مقناطیس ج د پر خط ن نَ کے متوازی عمل کرنے والی مجموعی قوت (ملاحظہ ہو شکل (۳))

$$= \text{ف}_1 \,\text{جم فرتہ} - \text{ف}_3 \,\text{جم فرتہ} + \text{ف}_2 \,\text{جب فرتہ} + \text{ف}_4 \,\text{جب فرتہ}$$

$$= \text{ف}_1 - \text{ف}_3 + (\text{ف}_2 + \text{ف}_4)\,\text{فرتہ}\ \text{تقریباً}$$

اور $\text{ف}_2 = \text{ف}_4 = \text{ق}_1\,\text{ف}_2$ تقریباً اور $\text{فرتہ} = \frac{\frac{1}{2}\,\text{ج د جب تہ}}{\text{ط}}$

$$\therefore (\text{ف}_2 + \text{ف}_4)\,\text{فرتہ} = 2\,\text{ق}_1 \frac{\text{مَ جب تہ}}{\text{ط}^3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\text{ج د جب تہ}}{\text{ط}} = \frac{\text{مَ مَ جب تہ جب تہ}}{\text{ط}^4}$$

$$\text{ف}_3 = \text{ق}_1 \left\{ \text{ف}_1 + \frac{\text{فرف}_1}{\text{فرط}} (-\text{فرط}) + \frac{\text{فرف}_1}{\text{فرتہ}}\,\text{فرتہ} \right\}$$

$$\text{ف}_1 = \text{ق}_1 \left\{ \text{ف}_1 + \frac{\text{فرف}_1}{\text{فرط}} (\text{فرط}) + \frac{\text{فرف}_1}{\text{فرتہ}} (-\text{فرتہ}) \right\}$$

$$\therefore \text{ف}_1 - \text{ف}_3 = 2\,\text{ق}_1 \left\{ \frac{\text{فرف}_1}{\text{فرط}}\,\text{فرط} - \frac{\text{فرف}_1}{\text{فرط}}\,\text{فرط} \right\}$$

$$= ۲ ق_۱ \left\{ \frac{فر(۲ م جم تہ ط^۳)}{فر ط} فر ط - \frac{فر(۲ م جم تہ ط^۳)}{فر تہ} فر تہ \right\}$$

لیکن فر ط = $\frac{۱}{۲}$ ج د جم تَہ اور ط فر تہ = $\frac{۱}{۲}$ ج د جب تہ تقریباً

$$پس\ فر تہ = \frac{۱}{۲} \frac{ج د جب تَہ}{ط}$$

$$\therefore ف_۱ - ف_۲ = ۲ ق_۱ \left\{ - \frac{۶ م جم تہ}{ط^۴} \frac{۱}{۲} ج د جم تَہ + \frac{۲ م}{ط^۳} جب تہ \frac{۱}{۲} \frac{ج د جب تَہ}{ط} \right\}$$

$$= \frac{۲ م مَ}{ط^۴} \left\{ -۳ جم تہ جم تَہ + جب تہ جب تَہ \right\}$$

مقناطیس ج د کو ڈھکیلنے والی مجموعی قوت ن نَ کے متوازی

$$= - \frac{۳ م مَ}{ط^۴} (۲ جم تہ جم تَہ + جب تہ جب تَہ)$$

اسی طرح مقناطیس ج د کو ن نَ کے علی القوائم صفحہ کے مستوی میں نیچے سے اوپر کی طرف ڈھکیلنے والی قوت

$$= ف_۱ جب فر تہ + ف_۳ جب فر تہ + ف_۴ جم فر تَہ - ف_۲ جم فر تہ$$

$$= (ف_۱ + ف_۳) جب فر تہ + (ف_۴ - ف_۲) جم فر تہ$$

مصرحہ بالا طریقہ کے بموجب تقریبی عمل کرنے سے بالآخر معلوم ہوگا کہ ن نَ کے علی القوائم اوپر کی طرف عمل کرنے والی مجموعی قوت

$$= \frac{۳ م مَ}{ط^۴} (جب تہ جم تَہ + جم تہ جب تَہ)$$

مقناطیس ج د کی وجہ سے ا ب کو ڈھکیلنے والی جو قوت عمل کرتی ہے ج د پر عمل کرنے والی قوت کے مساوی المقدار

اور مخالف ہے۔ اگر اب اور ج د دونوں مقناطیسوں کو بحیثیت مجموعی ایک مقناطیسی نظام تصور کریں تو ن نَ کی سمت میں عمل کرنے والی مخالف قوتیں تو ایک دوسرے کو تلف کر دیتی ہیں۔ لیکن ن نَ کے علی القوائم ن اور نَ پر عمل کرنے والی قوتیں ایک حیلی جفت پیدا کرتی ہیں جو اس مقناطیسی نظام کو مخالف سمت ساعت گھمانے کا متقاضی ہے اور جس کا معیار

اثر = ۲ م مَ / ط۳ (جب تہ جم تَہ + جم تہ جب تَہ)۔

چونکہ یہ حیلی جفت مقناطیسوں کے مابین عمل کرنے والے حاصل مجموعی جفت کے مساوی اور مخالف ہے لہذا طالب علم کو اب اطمینان ہوگیا ہوگا کہ ابتداءً جو بات اس مقناطیسی نظام کے متعلق بظاہر خلاف قیاس نظر آئی تھی درست نہیں ہے۔ یعنے اگر دو مقناطیسوں کو ایک ہلکے سے تختہ پر جو پانی کی سطح پر آزادانہ حرکت کرسکتا ہو رکھ دیا جائے تو یہ تختہ موافق سمت ساعت یا مخالف سمت ساعت حرکت نہ کریگا بلکہ (جیسا کہ ہونا چاہئے) وضع سکون اختیار کریگا۔

تنبیہ۔ مندرجہ بالا تقریبی عمل میں طالب علم نے دیکھا ہوگا کہ دو قریب قریب مساوی قوتوں کو جب جمع کرنا تھا تو ان کا درمیانی تفاوت ناقابل لحاظ تصور کیا گیا۔ لیکن جب دو تقریباً مساوی قوتوں کا تفاوت پیش آیا تو اس صورت میں یہ تفاوت ناقابل لحاظ نہیں سمجھا گیا۔ یہ ایک بدیہی اصول ہے اور اس پر عموماً عمل کیا جاتا ہے۔ اگر طالب علم کو خط ن نَ کے علی القوائم عمل کرنے والی قوت کی تعیین میں اس تقریبی طریقہ کا استعمال مشکل معلوم ہو تو اس کی مدد کے لئے ہم ذیل میں بقیہ مدارج قلمبند کئے دیتے ہیں:—

(ف۱ = ف۳ = قَ ۲م جم تہ / ط۳ اور جب فرتہ = فرتہ = ۱/۲ ج د جب تہ / ط

پس (ف۱ + ف۳) جب فرتہ = ۲ قَ ۲م جم تہ ۱/۲ ج د جب تہ / ط۴ = ۲م مَ جم تہ جب تہ / ط۴

ف۴ = قَ { ف۲ + فرف۲ / فرط (-فرط) + فرف۲ / فرتہ فرتہ }

ف۲ = قَ { ف۲ + فرف۲ / فرط فرط + فرف۲ / فرتہ (-فرتہ) }

∴ ف۴ - ف۲ = ق۱ { -۲ فرف۲ / فرط فرط + ۲ فرف۲ / فرتہ فرتہ }

= ق۱ { -۲م جب تہ / ط۴ (-۳) ۱/۲ ج د جم تہ + ۲م جم تہ / ط۳ ۱/۲ ج د جب تہ / ط }

= م مَ / ط۴ (۳ جب تہ جم تہ + جم تہ جب تہ)

پس مجموعی قوت جو خط ن نَ کے علی القوائم نیچے سے اوپر کی طرف عمل کرتی ہے =

۳م مَ / ط۴ (جب تہ جم تہَ + جم تہ جب تہَ) ——————

مقناطیسوں کے مابین حیلی جفتوں کی جب بحث پیش تھی تو ہم نے خصوصیت کے ساتھ ۴ خاص صورتوں پر غور کیا تھا۔ اب مناسب معلوم ہوتا ہے کہ ان چار خاص صورتوں میں ڈھکیلنے والی قوت کی کیا قیمت ہوتی ہے دریافت کی جائے۔

صورت (۱) تہ = ۰، تہَ = ۰۔ مقناطیسوں کے مابین ایک انجذابی قوت ان کے وسطی نقطوں کو ملانے والے خط کی سمت میں عمل کرتی ہے اور اس کی قیمت ۶م مَ / ط۴ ہے

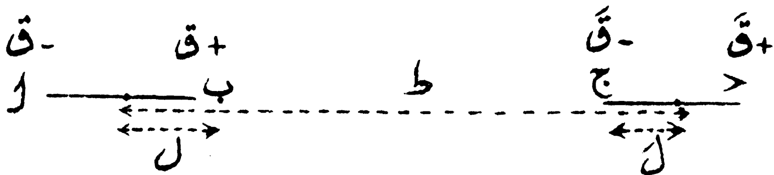
(۲) $\theta = \frac{\pi}{2}$ ، $\theta' = \frac{\pi}{2}$ - ایک اندفاعی قوت مقناطیسوں کے وسطی نقطوں کو ملانے والے خط کی سمت میں بقدر $\frac{3 m m'}{d^4}$ عمل کرتی ہے۔

(۳) $\theta = $ ، $\theta' = \frac{\pi}{2}$ - مقناطیسوں کے وسطی نقطوں کو ملانے والے خط کے علی القوائم ایک قوت بقدر $\frac{3 m m'}{d^4}$ عمل کرتی ہے۔

(۴) $\theta = \frac{\pi}{2}$ ، $\theta' = $. قوت مقناطیسوں کے وسطی نقطوں کو ملانیوالے خط کے علی القوائم ہے اور بقدر $\frac{3 m m'}{d^4}$ ہے۔

چونکہ مقناطیسوں کے مابین ایک دوسرے کو ڈھکیلنے والی قوتیں (فاصلہ)^4 کی عکسی نسبت سے بدلتی ہیں اور جبلی جفت جنکے زیر اثر مقناطیس ایک ہی مقام پر رہکر ایک خاص سمت اختیار کرلیتے ہیں (فاصلہ)^3 کی عکسی نسبت سے بدلتے ہیں لہذا بڑے فاصلوں پر جبلی جفت ہی کو زیادہ اہمیت حاصل ہے، جیسا کہ عموماً مشاہدہ ہوتا ہے۔

متذکرہ بالا چار خاص صورتوں میں قوت کی تعیین کے لئے عام ضابطہ کی مدد کی ضرورت نہیں۔ راست طور پر آسانی سے اس کی تعیین ہوسکتی ہے۔ چنانچہ شکل (۴) کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ



شکل (۴)

پہلی صورت میں

مقناطیس اب کی وجہ سے ج پر قوت $= -\frac{\text{۲ م قَ}}{(\text{ط} - \text{فرط})^{\text{۳}}}$

اور " " د " $= +\frac{\text{۲ م قَ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{\text{۳}}}$

پس حاصل قوت مقناطیس ج د پر $= \text{۲ م قَ} \left\{ \frac{\text{۱}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{\text{۳}}} - \frac{\text{۱}}{(\text{ط} - \text{فرط})^{\text{۳}}} \right\}$

$$= \text{۲ م قَ} \left\{ \frac{(\text{ط} - \text{فرط})^{\text{۳}} - (\text{ط} + \text{فرط})^{\text{۳}}}{(\text{ط}^{\text{۲}} - \text{فرط}^{\text{۲}})^{\text{۳}}} \right\}$$

$$= -\frac{\text{۲ م قَ ۳ فرط} (\text{۲ط}^{\text{۲}} + \text{فرط}^{\text{۲}})}{(\text{ط}^{\text{۲}} - \text{فرط}^{\text{۲}})^{\text{۳}}}$$

لیکن فرط = لَ یعنے مقناطیس ج د کا نصف طول - پس

حاصل قوت $= -\frac{\text{۶ م قَ ۲ لَ ط}^{\text{۲}}}{\text{ط}^{\text{۶}}}$ تقریباً

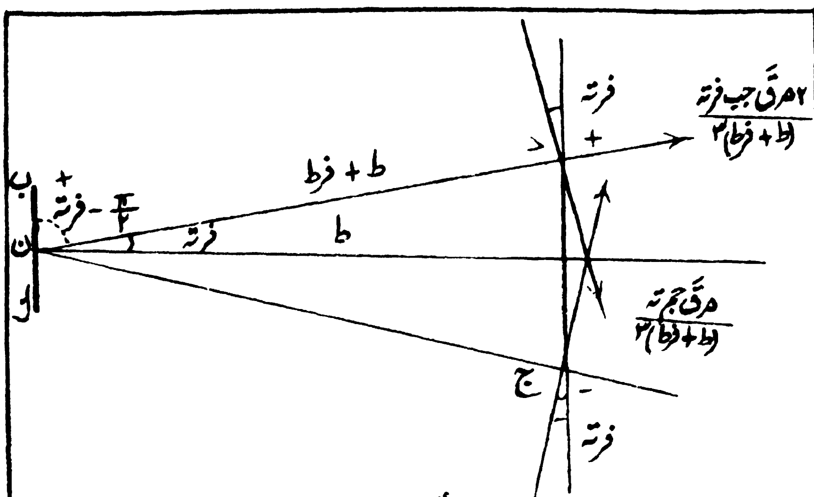
$= -\frac{\text{۶ م مَ}}{\text{ط}^{\text{۴}}}$ تقریباً

واضح ہو کہ منفی علامت سے مراد انجذابی قوت ہے -

دوسری صورت میں - ملاحظہ ہو شکل (۵)

د کی مثبت مقناطیسیت پر اب کی وجہ سے قوت ن د کی سمت میں

$$= \frac{\text{۲ م قَ}}{(\text{ط}^{\text{۲}} + \text{فرط}^{\text{۲}})} \text{ جم} \left(\frac{\pi}{\text{۲}} - \text{فرتہ}\right) = \frac{\text{۲ م قَ جب فرتہ}}{(\text{ط}^{\text{۲}} + \text{فرط}^{\text{۲}})}$$



شکل (۵)

ج کی منفی مقناطیسیت پر ا ب کی وجہ سے قوت، ن ج کی سمت میں

$$= -\frac{۲\,\text{مقَ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}}\,\text{جم}\left(\frac{\pi}{۲} + \text{فرتہ}\right) = \frac{۲\,\text{مقَ جب فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}}$$

اور د پر ا ب کی وجہ سے قوت، ن د کے علی القوائم پیکان کی سمت میں

$$= \frac{\text{مقَ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}}\,\text{جب}\left(\frac{\pi}{۲} - \text{فرتہ}\right) = \frac{\text{مقَ جم فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}}$$

اور ج پر ا ب کی وجہ سے قوت، ن ج کے علی القوائم پیکان کی سمت میں

$$= \frac{\text{مقَ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}}\,\text{جب}\left(\frac{\pi}{۲} + \text{فرتہ}\right) = \frac{\text{مقَ جم فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}}$$

آخرالذکر دو قوتوں کے مابین زاویہ $= ۲\left(\frac{\pi}{۲} - \text{فرتہ}\right)$

پس انکا حاصل $= \frac{۲\,\text{مقَ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}}\,\text{جم فرتہ جم}\left(\frac{\pi}{۲} - \text{فرتہ}\right)$ خط ن نَ کی سمت میں

$$= \frac{۲\,\text{مقَ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}}\,\text{جم فرتہ جب فرتہ} = \frac{\text{مقَ جب ۲فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}}$$

= $\frac{م قَ ۲ فرتہ}{(ط + فرط)^{۳}}$ تقریباً = $\frac{م قَ}{ط^{۳}} \times \frac{۲ لَ}{ط}$ تقریباً

= $\frac{م مَ}{ط^{۴}}$ تقریباً، خط ن نَ کی سمت میں۔

اول الذکر دو قوتوں کا حاصل = ۲ $\frac{م قَ}{(ط + فرط)^{۳}}$ جیب فرتہ جم فرتہ، خط ن نَ کی سمت میں

= $\frac{۲ م قَ}{(ط + فرط)^{۳}}$ جیب ۲ فرتہ = $\frac{۲ م قَ}{ط^{۳}}$ ۲ فرتہ تقریباً

= $\frac{۲ م قَ}{ط^{۳}} \times \frac{۲ لَ}{ط}$ تقریباً = $\frac{۲ م مَ}{ط^{۴}}$ خط ن نَ کی سمت میں

پس حاصل مجموعی قوت جو مقناطیس ا ب کی وجہ سے مقناطیس ج د پر خط ن نَ کی سمت میں عمل کرتی ہے = $\frac{۳ م مَ}{ط^{۴}}$ ہے۔

واضح ہو کہ اس صورت میں مثل پہلی صورت کے صرف ڈھکیلنے والی قوتیں ہی عمل کرتی ہیں کوئی جیلی جفت عمل نہیں کرتا ہے۔ اس لئے کہ ہم نے اس تحقیق میں تمام عامل قوتوں کا اثر دریافت کیا ہے اور ہمیں بطور حاصل صرف ڈھکیلنے والی قوت ہی ہاتھ آئی ہے۔

تیسری صورت میں - ملاحظہ ہو شکل (۶)

ا ب کی وجہ سے قوت، د پر = $\frac{۲ م قَ جم فرتہ}{(ط + فرط)^{۳}}$، ن د کی سمت میں

شکل (٦)

اور $= \frac{\text{م قَ جب فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{3}}$ ن د کے علی القوائم پیکان کی سمت میں۔

اسی طرح ا ب کی وجہ سے قوت ج پر $= \frac{\text{٢ م قَ جم فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{3}}$ ج ن کی سمت میں۔

$= \frac{\text{م قَ جب فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{3}}$ ج ن کے علی القوائم پیکان کی سمت میں۔

ان قوتوں کو خط ن نَ اور خط ج د کی سمتوں میں تحلیل کرنے سے، حسب ذیل قوتیں حاصل ہوتی ہیں :-

د پر قوت $\frac{\text{٢ م قَ جم}^{2}\text{ فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{3}} - \frac{\text{م قَ جب}^{2}\text{ فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{3}}$ خط ن نَ کے متوازی۔

اور اسی نقطہ پر قوت $\frac{\text{م قَ جب فرتہ جم فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{3}} + \frac{\text{٢ م قَ جم فرتہ جب فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{3}}$ خط ج د کے متوازی

یعنے د پر عمل کرنے والی ایک قوت $\frac{\text{م قَ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{3}} (\text{٢ جم}^{2}\text{ فرتہ} - \text{جب}^{2}\text{ فرتہ})$

یا $\frac{م ق}{(ط + فط)^{۴}}$ (۳ جم^{۲} فرتہ - ۱) خط ن ن کے متوازی ہے

اور ایک دوسری قوت $\frac{۳ م ق جب فرتہ جم فرتہ}{(ط + فط)^{۴}}$ خط ج د کے متوازی ہے۔

اسی طرح ج پر عمل کرنیوالی ایک قوت - $\frac{۲ م ق جم^{۲} فرتہ}{(ط + فط)^{۴}}$ + $\frac{م ق جب^{۲} فرتہ}{(ط + فط)^{۴}}$

یا - $\frac{م ق}{(ط + فط)^{۴}}$ (۲ جم^{۲} فرتہ - جب^{۲} فرتہ)

= - $\frac{م ق}{(ط + فط)^{۴}}$ (۳ جم^{۲} فرتہ - ۱) خط ن ن کے متوازی ہے

اور 〃 $\frac{م ق جب فرتہ جم فرتہ}{(ط + فط)^{۴}}$ + $\frac{۲ م ق جم فرتہ جب فرتہ}{(ط + فط)^{۴}}$

یا $\frac{۳ م ق جب فرتہ جم فرتہ}{(ط + فط)^{۴}}$ خط ج د کے متوازی ہے۔

ان سب قوتوں پر غور کرنے سے ظاہر ہوتا ہے کہ مقناطیس ج د پر ا ب کی وجہ سے،

(ا) ایک حیلی جفت موافق سمت ساعت عمل کرتا ہے جس کا معیار اثر

$$\frac{۲ ل م ق}{(ط + فط)^{۴}} (۳ جم^{۲} فرتہ - ۱)$$

$$= \frac{م م}{(ط + فط)^{۴}} (۳ جم^{۲} فرتہ - ۱) \text{ ہے}$$

$$= \frac{۲ م م}{ط^{۳}} \text{ تقریباً}$$ اس لئے کہ جم فرتہ = ۱ تقریباً اور $(ط + فط)^{۳} = ط^{۳}$ 〃

اور (ب) ایک ڈھکیلنے والی حاصل مجموعی قوت، بقدر

$\frac{\text{۶ مق جب فرتہ جم فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}} = \frac{\text{۳ مق جب ۲ فرتہ}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۳}}$ خط ج د کی سمت میں عمل کرتی ہے

لیکن جب ۲ فرتہ $= \frac{\text{۲ ل}}{\text{ط} + \text{فرط}}$ تقریباً

پس مقناطیس ج د کو ڈھکیلنے والی حاصل مجموعی قوت خط ج د کی سمت میں

$$= \frac{\text{۳ مق ۲ ل}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۴}} \text{ تقریباً}$$

$$= \frac{\text{۳ مم}}{\text{ط}^{۴}} \text{ تقریباً}$$

طالب علم کو یاد ہوگا کہ صفحہ (۱۵۲) پہ یہ فرض کرکے کہ مقناطیس ج د کے سروں ج اور د پر عمل کرنے والی قوتیں باہمدیگر مساوی اور خط ن ن کے متوازی ہیں ہم نے صرف اول الذکر جیلی جفت دریافت کیا تھا - زیادہ صحیح طریقہ سے اس جیلی جفت کے علاوہ ایک ڈھکیلنے والی قوت کا بھی انکشاف ہوتا ہے۔

چوتھی صورت میں - نئی شکل کی ضرورت نہیں شکل (۶) ہی کے ذریعہ کام نکل سکتا ہے - مقصود یہ ہے کہ مقناطیس ا ب پر مقناطیس ج د کا اثر دریافت کیا جائے - واضح ہو کہ ن ن = ط ، ن ب = ط - فرط اور ن ا = ط + فرط دراصل فرط = ل یعنے نصف طول مقناطیس۔

ج د کی وجہ سے ب پر قوت $= \frac{\text{مق}}{(\text{ط} - \text{فرط})^{۲}}$ خط د ج کے متوازی

اور ا پر قوت $= \frac{\text{مق}}{(\text{ط} + \text{فرط})^{۲}}$ 〃 ج د 〃 〃

ب پر جو قوت عمل کرتی ہے ا پر کی قوت سے بڑی ہے۔

پس ا ب پر موافق سمت ساعت ایک حیلی جفت عمل کرتا ہے جس کا معیار اثر = $\frac{مَ ق}{(ط + فرط)^۳} \times ۲ ل = \frac{م مَ}{(ط + فرط)^۳} = \frac{م مَ}{ط^۳}$ تقریباً

اور اس کے علاوہ ڈھکیلنے والی ایک حاصل مجموعی قوت خط ن نَ کے علی القوائم د ج کے متوازی بقدر

$$\frac{مَ ق}{(ط - فرط)^۳} - \frac{مَ ق}{(ط + فرط)^۳}$$ عمل کرتی ہے

$$آخرالذکر\ قوت = \frac{مَ ق \{ (ط + فرط)^۳ - (ط - فرط)^۳ \}}{(ط^۲ - فرط^۲)^۳}$$

$$= \frac{مَ ق ۶ ط^۲ فرط}{(ط^۲ - فرط^۲)^۳}\ تقریباً$$

لیکن ۲ فرط ق = ۲ ل ق = م ۔ پس مقناطیس ا ب کو خط ج د کے متوازی ڈھکیلنے والی قوت

$$= \frac{۳ م مَ ط^۲}{ط^۶}\ یا\ \frac{۳ م مَ}{ط^۴}\ تقریباً$$

یعنے اس صورت میں بھی ایک حیلی جفت اور ایک ڈھکیلنے والی قوت عمل کرتے ہیں ۔ طالبِ علم کو یاد ہوگا کہ صفحہ (۱۵۲) پر ابتدائً یہ فرض کرکے کہ مقناطیس (ا ب) کے سروں پر مساوی قوتیں عمل کرتی ہیں صرف ایک حیلی جفت (معیار اثر = $\frac{م مَ}{ط^۳}$) دریافت ہوا تھا ۔

اگر احصائے تفرقات سے مدد لیجائے تو عمل زیادہ موزوں سمجھا جاتا ہے ۔ لیکن درحقیقت اس طریقۂ عمل اور مصرحہ بالا ابتدائی ریاضی کے عمل میں کوئی فرق نہیں صرف طریق کتابت

کا فرق ہے ۔ چنانچہ اگر نَ ب کو لا اور ب پر خط د ج کے متوازی عمل کرنیوالی قوت کو ف لکھا جائے تو چونکہ ب پر قوت مقناطیسی $\frac{\text{مَ ق}}{\text{لا}^{۲}}$ ہے

ا پر قوت مقناطیسی تقریباً $\frac{\text{مَ ق}}{\text{لا}^{۲}} + \frac{\text{فر}\left(\frac{\text{مَ ق}}{\text{لا}^{۲}}\right)}{\text{فرلا}} \times \text{فرلاَ}$ ج د کے متوازی ہوگی

(ازروئے مسئلہ ٹیلر)

یعنے ا ,, $\frac{\text{مَ ق}}{\text{لا}^{۲}} - \frac{\text{۳ مَ ق}}{\text{لا}^{۴}}\ \text{فرلا}$,, ,, ,,

پس مقناطیس ا ب پر حاصل مجموعی قوت د ج کی سمت میں $= \frac{\text{۳ مَ ق}}{\text{لا}^{۴}}\ \text{فرلا}$

$= \frac{\text{۳ مَ ق}}{\text{لا}^{۴}}\ \text{۲ ل}$

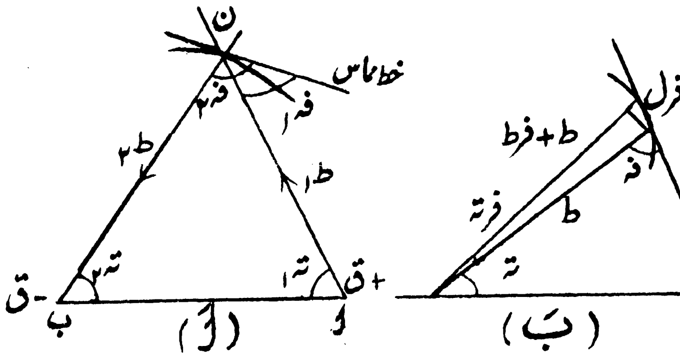
$= \frac{\text{۳ م مَ}}{\text{لا}^{۴}}$

چھوٹے سلاخی مقناطیس کے خطوط قوت کی مساوات

کی مساوات ۔فرض کرو شکل (۷، ل) میں ا ب ایک چھوٹا سلاخی مقناطیس ہے ۔شکل کی وضاحت کے لئے ہم نے ا ب کو کسیقدر لمبا کھینچکر بتایا ہے ۔ ا اس کا شمالی قطب ہے اور ب جنوبی قطب ۔ نقطہ ن پر خط قوت کے ساتھ جو خط مماس بتایا گیا ہے اگر اس کے زاویئے ا ن اور ب ن کے ساتھ بالترتیب $\text{ہ}_{۱}$ اور $\text{ہ}_{۲}$ مانے جائیں تو ا اور ب پر کے شمالی اور جنوبی قطبوں

کی وجہ سے ن پر عمل کرنے والی قوتوں کو خط مماس کے علی القوائم تحلیل کرنے سے مساوات ذیل حاصل ہوتی ہے

$$\frac{\text{ق}}{\text{ط}_1^2}\ \text{جب فہ}_1 - \frac{\text{ق}}{\text{ط}_2^2}\ \text{جب فہ}_2$$



شکل (٧)

اس لئے کہ خط قوت کے علی القوائم سمت میں قوت کا اثر کچھ نہیں ہوتا ہے۔ شکل (٧ ب) کے معائنہ سے واضح ہے کہ جب فہ = ط $\frac{\text{فرتہ}}{\text{فرل}}$ جس میں فرل سے مراد منحنی کے طول کا تفرقی ہے۔

پس۔ لاحظہ ہو شکل (٧ د)۔ جب فہ$_1$ = ط$_1$ $\frac{\text{فر}(\pi - \text{تہ}_1)}{\text{فرل}}$

اور جب فہ$_2$ = ط$_2$ $\frac{\text{فرتہ}_2}{\text{فرل}}$

$$\therefore\ \frac{\text{ق}}{\text{ط}_1^2}\,\text{ط}_1\,\frac{\text{فرتہ}_1}{\text{فرل}} - \frac{\text{ق}}{\text{ط}_2^2}\,\text{ط}_2\,\frac{\text{فرتہ}_2}{\text{فرل}} = 0$$

یعنے $\frac{\text{فرتہ}_1}{\text{ط}_1} + \frac{\text{فرتہ}_2}{\text{ط}_2} =$

لیکن ازروئے خواص مثلث $\frac{\text{جب تہ}_1}{\text{ط}_2} = \frac{\text{جب تہ}_2}{\text{ط}_1}$

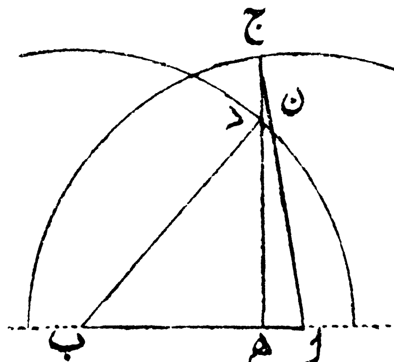
پس جب تہ_1 فرتہ_1 + جب تہ_2 فرتہ_2 = ۰

اس کا تکملہ کرنے سے جم تہ_1 + جم تہ_2 = مستقل

پس چھوٹے سلاخی مقناطیس کے خطوط قوت کی یہی مساوات ہے

خطوط قوت کے لئے ہندسی عمل۔

مساوات مندرجہ بالا کے لحاظ سے منچن اور ڈیل (Minchin and Dale) نے اپنی کتاب موسوم بہ (Mathematical Drawing) میں ایک آسان ہندسی عمل بتایا ہے۔طالب علم کے استفادہ کی غرض سے یہاں اس عمل کی توضیح کردی جاتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۸)۔



شکل (۸)

فرض کرو ا ب ایک چھوٹا سلاخی مقناطیس ہے۔ ا شمالی قطب ہے اور ب جنوبی قطب۔ ا کو مرکز مان کر نصف قطر ا ب / م کا ایک دائرہ کھینچا جائے جہاں م کوئی ایک مستقل عدد ہے۔ اسی طرح ب کو مرکز مان کر اسی نصف قطر کا ایک دوسرا دائرہ بنایا جائے۔ خط ا ب پر کوئی عمود ج د ھ تیار کرو جو پہلے اور دوسرے دائرے کو ج اور د میں قطع کرے۔ پھر ا کو ج سے اور ب کو د سے ملاؤ۔ اور خط ب د کو آگے بڑھا کر ا ج سے نقطہ ن پر ملنے دو۔ نقطہ ن خط قوت پر واقع ہوگا جس کی مساوات

جم تہ۱ + جم تہ۲ = م ہے۔

اسلئے کہ جم تہ۱ = $\frac{ا ھ}{ا ج}$ = م $\frac{ا ھ}{ا ب}$ اور جم تہ۲ = $\frac{ب ھ}{ا د}$ = م $\frac{ب ھ}{ا ب}$

پس جم تہ۱ + جم تہ۲ = م

ج د ھ کی قسم کے اور عمود بنا کر مصرحہ بالا دائروں کے ذریعہ ن کی طرح متعدد نقطے حاصل کر سکتے ہیں۔ ان کو ملانے والا منحنی ایک معیّن خطِ قوت ہوگا۔ اسی طرح مستقل م کی کوئی دوسری قیمت لیکر دوسرے اور دائرے کھینچ سکتے ہیں اور ان کے ذریعہ مزید خطوط قوت کی نقشہ کشی ہوسکتی ہے۔

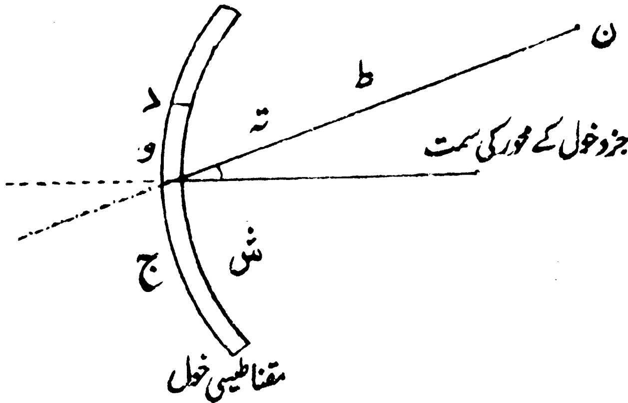
مقناطیسی خول۔ مقناطیسی خول سے مراد مقناطیسی مادّے کی پتلی پرت ہے جس کا ہر ایک حصہ اس مقام پر کے عمود کی سمت میں مقنایا ہوا ہوتا ہے۔

خول کے کسی حصہ کی طاقت سے مراد اس حصہ کے مقناد کی حدت اور اس کی موٹائی کا حاصل ضرب ہے۔ اگر مقناد کی حدت ح اور اس حصہ کی موٹائی ٹ ہو تو خول کے

اس حصہ کی طاقت

خط = ح ٹ

شکل (۹) میں فرض کرو ایک مقام پر مقناطیسی خول کی موٹائی ٹ ہے۔ اور خول سے فرس رقبہ کا سطح کا ایک ٹکڑا تراش



شکل (۹)

لیا گیا ہے۔ اس طرح ایک چھوٹا سلاخی مقناطیس ہاتھ آتا ہے جس کا طول ٹ ہے اور تراش عمودی فرس۔ اگر اس ٹکڑے کے مقناؤ کی حدت ح قرار دی جائے تو قطب کی قیمت ح فرس ہوگی۔ اور اس کا مقناطیسی معیار اثر ح ٹ فرس ہوگا۔

نقطہ ن پر خول کے اس مقناطیسی ٹکڑے کا قوۃ = $\frac{\text{ح ٹ فرس جم تہ}}{\text{ط}^{2}}$

اس لئے کہ خول کے ٹکڑے سے ن کا فاصلہ ط مانا جاتا ہے اور ن کو اس ٹکڑے سے ملانے والے خط کا زاویۂ میلان ٹکڑے کے مقناطیسی محور کے ساتھ تہ ہے۔

لیکن $\frac{\text{فرس جم تہ}}{\text{ط}^{2}}$ = فر کمح، جس میں فر کمح سے مراد وہ

زاویہ مجسم ہے جو زیر بحث مقناطیسی ٹکڑے کی عمودی تراش کا رقبہ نقطہ ن پر بناتا ہے۔ اور چونکہ سارے خول کا مقناطیسی قوہ خول کے ٹکڑوں کے قووں کا حاصل مجموع ہے اس لئے نقطہ ن پر دیئے ہوئے خول کا قوہ

= ∑ فر کٹا × ح ٹ

= کٹا ح ٹ = کٹا خط

یعنے کسی نقطہ پر سالم مقناطیسی خول کا قوہ مساوی ہے' حاصل ضرب خول کی طاقت اور زاویہ مجسم کے جو اس نقطہ پر خول کی سطح سے تیار ہوتا ہے۔

مجسم زاویہ کی تعریف اور اس کے بدیہی خواص کی رُو سے ظاہر ہے کہ اگر مقناطیسی خول بند ہو تو خول کے باہر کسی بھی مقام پر مقناطیسی قوہ صفر ہوگا اس لئے کہ اس صورت میں کٹا = ۰
اور بند خول کے اندر کسی بھی مقام پر قوہ = - ۴ π خط - چونکہ بند خول کے اندر مقناطیسی قوہ مستقل ہے' یعنے بند خول سے محدود فضار کے مختلف حصوں میں تفاوت قوہ نہیں ہے اس لئے اس فضار میں مقناطیسی قوت بالکلیہ معدوم ہے۔

اگر خول بند نہ ہو تو شکل (۱۰) کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ کسی نقطہ ن پر کے قوہ کی قیمت اس مجسم زاویئے کے متناسب ہوگی جو خول کے کنارے کا محیط اس نقطہ پر بناتا ہے۔ خول کی مکمل شکل سے اس کو تعلق نہیں ہے۔

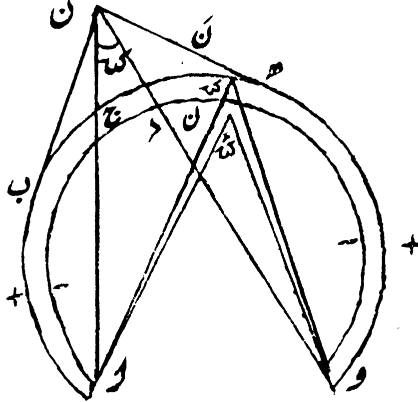
چنانچہ خول کے جزو ا ب ج کی وجہ سے کوئی قوہ نہیں ہے
اور نیز " د ہ .... " ....

[واضح ہو کہ نقطہ مذکور پر جزو د ہ ایک مثبت قوہ پیدا کرتا ہے اور جزو ہ د اسیقدر منفی قوہ]

صرف خول کے بقیہ جزو ج د کا اثر محسوس ہوتا ہے۔ اگر مجسم زاویہ ج ن د = کہ تو ن پر خول کی وجہ سے مقناطیسی قوہ = ح ٹ کہ

خول کے ایک جانب سے دوسرے جانب منتقل ہونے میں تفاوتِ قوہ

۔ اگر نقطہ خول کے ٹھیک باہر واقع ہے۔ جیسا کہ شکل میں نَ ہے تو وہاں قوہ کی قیمت + ح ٹ کہ یا + خط کہ ہوگی جس میں کہ = زاویہ مجسم جو خول کا کنارہ ا د نقطہ نَ پر بناتا ہے۔ اور اگر نَ خول کے ٹھیک اندر واقع ہو تو وہاں قوہ کی قیمت



شکل (۱۰)

۔ خط کہ ہوگی، جس میں کہ نقطہ نَ پر زاویہ مجسم کی موجودہ قیمت ہے۔ لیکن شکل کے معائنہ سے ظاہر ہے کہ کہ = (۴π − کہ) پس اس صورت میں قوہ کی قیمت ۔ خط (۴π − کہ) ہے۔ یعنے خول کے مثبت جانب سے منفی جانب منتقل ہونے میں تفاوت قوہ

= خط کہ − {− خط (۴π − کہ)}

= خط کہ + خط ۴π − خط کہ

= ۴π خط

مقناطیسی خول کو اہمیت اس لئے حاصل ہے کہ اس کے مقناطیسی اثر ایک ایسے برقی دَور کے مماثل ہیں جس کی شکل مقناطیسی خول کے کنارۂ محیط کے ٹھیک مشابہ ہے اور جس کی رَو کی قیمت خول کی طاقت کے مساوی ہے۔

یہ راز سب سے پہلے امپیر نے دریافت کیا اور اس کا ثبوت بھی اسی نے بہم پہنچایا۔

ذرا سا غور کرنے سے طالب علم کو معلوم ہوجائیگا کہ ایک نامتناہی وسیع مستوی خول کا قوہ 2π خط ہے اور نیز ایک نصف کردی خول کے مرکز پر بھی قوہ کی یہی قیمت ہے۔

اب ہم خول کی ایک خاص صورت پر غور کرتے ہیں اور اس کے مقناطیسی قوہ اور میدان کی تعیین کرتے ہیں۔

مدّور مستوی خول کا قوہ اور میدان :— فرض کرو شکل (۱۱) میں ا ب ایک مدّور مستوی خول ہے اور ن ایک نقطہ ہے جو خول کے مرکز میں سے علی القوائم گزرنے والے محور پر واقع ہے۔ ن پر قوہ دریافت کرنے کے لئے یہ معلوم کرنا چاہئے کہ خول سے ن پر کیا مجسم زاویہ بنتا ہے۔ ن کو مرکز مان کر ا ن نصف قطر کی اگر ایک کروی سطح کھینچی جائے تو کرے کے خواص سے واضح ہے کہ قرص ا ب سے کردی سطح کا جو چھوٹا منطقہ تراشا جاتا ہے

مرکز

ص

لا

تہ

ن

ا

ب

مقناطیسی قرص

شکل (۱۱۱)

اس کا رقبہ

$$= \frac{\text{ان}\,(1-\text{جم تہ})}{2\,\text{ان}}\;4\pi\,(\text{ان})^2$$

$$= 2\pi\,(1-\text{جم تہ})\,\text{ان}^2$$

پس یہ منطقہ جو مجسم زاویہ نقطہ ن پر بناتا ہے $= \dfrac{2\pi\,(1-\text{جم تہ})\,\text{ان}^2}{\text{ان}^2}$

$= 2\pi\,(1-\text{جم تہ})$ اور یہی مجسم زاویہ مدوّر خول اب بھی ن پر بناتا ہے

لہذا خول اب کا مقناطیسی قوہ نقطہ ن پر $= 2\pi\,\text{خط}\left(1-\dfrac{\text{لا}}{(\text{لا}^2+\text{ص}^2)^{\frac{1}{2}}}\right)$

جس میں 'خط' سے مراد خول کی طاقت ہے۔

اور چونکہ مقناطیسی میدان $= -\dfrac{\text{فر}(\text{قوہ})}{\text{فر لا}}$ اور اصول تشاکل سے صاف ظاہر ہے کہ میدان کی سمت خول کے محور ہی کی سمت ہے

ن پر میدان ف $= -\dfrac{\text{فر}(\text{قوہ})}{\text{فر لا}} = -2\pi\,\text{خط}\,\dfrac{\text{فر}\left\{1-\dfrac{\text{لا}}{(\text{لا}^2+\text{ص}^2)^{\frac{1}{2}}}\right\}}{\text{فر لا}}$

$$= ۲\pi \text{ خط } \frac{\left\{ (\text{ل}^۲ + \text{ص}^۲)^{-\frac{1}{2}} - \frac{1}{2}(\text{ل}^۲ + \text{ص}^۲)^{-\frac{3}{2}} \, ۲\text{ل}^۲ \right.}{(\text{ل}^۲ + \text{ص}^۲)}$$

$$= ۲\pi \text{ خط } \frac{(\text{ل}^۲ + \text{ص}^۲)^{-\frac{3}{2}} \left\{ (\text{ل}^۲ + \text{ص}^۲) - \text{ل}^۲ \right\}}{(\text{ل}^۲ + \text{ص}^۲)}$$

$$= \frac{۲\pi \text{ خط } (\text{ل}^۲ + \text{ص}^۲)^{-\frac{3}{2}} \text{ص}^۲}{(\text{ل}^۲ + \text{ص}^۲)}$$

$$= \frac{۲\pi \text{ ص}^۲ \text{ خط}}{(\text{ل}^۲ + \text{ص}^۲)^{\frac{3}{2}}}$$

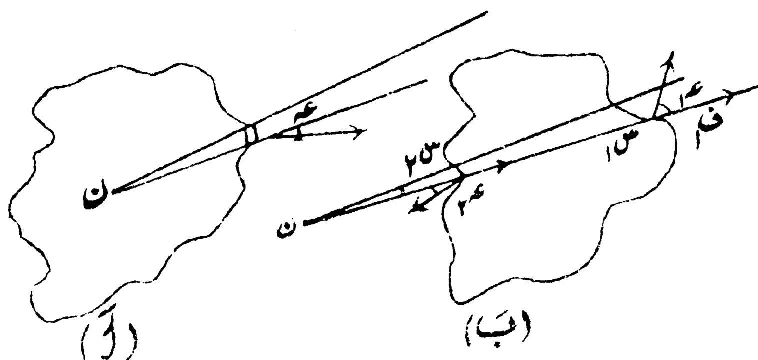
یہ نتیجہ مدّور برقی رَو کے مقناطیسی میدان کی تعیین میں بکار آمد ہوتا ہے ۔

گاؤس کا مسئلہ ۔ اصل کتاب میں صفحہ (۹۹)

پر گاوس کے مسئلہ کا ذکر آیا ہے ۔ یہ مسئلہ برقی اور مادّی تجاذب کی قوتوں پر بھی حاوی ہے ۔ اور برقی مسائل کے حل میں بکثرت استعمال ہوتا ہے ۔ اس کے ثبوت کا طریقہ ضروری ترمیم کے ساتھ برقؔ مقناطیسیت اور تجاذب مادّی کے لئے متماثل ہے ۔ یہاں ہم مقناطیسیت کے متعلق اس کو ثابت کر دیتے ہیں :۔

فرض کرو شکل (۱۲) میں نقطہ ن پر شمالی مقناطیسیت بقدر ق (یعنے ق قیمت کا مجرد شمالی مقناطیسی قطب) واقع ہے ۔ اس نقطہ کے گرد کوئی ایک بند سطح ا ب کھینچی گئی ہے ۔ ہمیں یہ دریافت کرنا مقصود ہے کہ اس سطح پر مجموعی عمودی امالہ نقطہ ن کی مقناطیسیت کی وجہ سے کیا ہے ۔

مجموعی عمودی امالہ کی تعیین کے لئے سطح کو بہت چھوٹے رقبوں



شکل (۱۲)

میں تقسیم کرنا چاہئے ۔ رقبے اتنے چھوٹے ہونے چاہئیں کہ ان پر قطب ق کی وجہ سے میدان کی جو حدت ہے تقریباً مستقل ہے ۔ حدت کو رقبہ متعلقہ کے علی القوائم بیرونی عمود کی سمت میں تحلیل کرکے اس جزو تحلیلی کو رقبہ کے ساتھ ضرب دینا چاہئے ۔ تمام چھوٹے رقبوں کے ساتھ یہ عمل کرکے ان کا جو حاصل مجموعہ دریافت ہوگا سطح کا مجموعی عمودی امالہ ہوگا۔ شکل ۱۲ (أ) میں رقبہ فرس کے پاس میدان کی حدت $\frac{\text{ق}}{\text{ط}^{۲}}$ ہے اور اس رقبہ کا عمودی امالہ $\frac{\text{ق}}{\text{ط}^{۲}}$ جم عہ فرس ہے ۔

لیکن $\frac{\text{فرس جم عہ}}{\text{ط}^{۲}}$ زاویہ مجسم فرکہ ہے جو سطح کا جزو نقطہ ن پر بناتا ہے۔

پس مجموعی عمودی امالہ $= \sum \frac{\text{ق جم عہ فرس}}{\text{ط}^{۲}} = \text{ق} \sum \frac{\text{فرس جم عہ}}{\text{ط}^{۲}}$

π ۴ ق = ق ≥ فرکا =

اس لئے کہ سطح اب ... نقطہ ن کو چاروں طرف سے گھیر لیتی ہے
پس ق قطب کی وجہ سے بند سطح پر مجموعی عمودی امالہ
= ۴ π ق جبکہ قطب بند سطح کے اندر واقع ہے۔
جب نقطہ ن بند سطح کے باہر ہوتا ہے۔ ملاحظہ ہو
شکل ب۔ تو بند سطح کے گرداگرد نقطہ ن سے خطوط مستقیم
کھینچنے سے ایک مخروط تیار ہوگا۔ اس کو چھوٹے چھوٹے
مخروطوں میں تقسیم کرنے سے ظاہر ہوگا کہ ہرایک مخروط کے دو
قاعدے ہونگے۔ مخروط کا جو قاعدہ نقطہ ن سے بعید تر ہے
(مثلاً س کے پاس) یہاں میدان کی حدت $\frac{ق}{ط_۱^۲}$ ہے اور
رقبہ کے بیرونی عمود کی سمت میں اس کا جزو تحلیلی $\frac{ق}{ط_۱^۲}$ جم عہ۱
ہے اور عمودی امالہ $\frac{ق}{ط_۱^۲}$ جم عہ۱ فرس۱ یعنے ق فرکا ہے۔
لیکن مخروط کے قریب تر قاعدے (س۲ کے پاس) رقبہ
کے بیرونی عمود کی سمت میں میدان کے جزو تحلیلی کی قیمت
$-\frac{ق}{ط_۲^۲}$ جم عہ۲ ہے اور عمودی امالہ = $-\frac{ق}{ط_۲^۲}$ جم عہ۲ فرس۲ یا ـ ق فرکا
ہے۔ پس مخروط کے ہر دو قاعدوں کا مجموعی عمودی امالہ یعنے
ق کا ـ ق کا = صفر ہے۔ اسی طرح بقیہ تمام چھوٹے مخروطوں کے
قاعدوں کا مجموعی امالہ صفر ہے۔ یعنے جب مقناطیسی قطب
ق کسی بند سطح کے باہر ہوتا ہے تو اس سطح پر کا مجموعی عمودی
امالہ صفر ہوتا ہے۔ یعنے اگر مقناطیسی میدان میں کوئی بند
سطح کھینچی جائے تو اس پر کا مجموعی عمودی امالہ
= ۴ π (قیمت قطب جس کے گرد یہ بند سطح کھینچی گئی ہو)

مقناطیسی میدان میں خول کی توانائی بالقوہ۔

شکل (۹۰) میں ہم نے دیکھا تھا کہ خول کے نقطہ و کے گرد کے جزو (= فرس) کی وجہ سے نقطہ ن پر قوۃ = ح (فرس) ٹ جم تہ / (ون)^۲

بدنیوجہ خول کے اس جزو کی توانائی بالقوہ ن پر کے اکائی شمالی قطب کے زیر اثر

= ح (فرس) ٹ جم تہ / (ون)^۲ = ح (فرس) ٹ / ط^۲ اسلئے کہ ون = ط

لیکن ن پر کے اکائی شمالی قطب کی وجہ سے و کے پاس مقناطیسی میدان = ۱ / ط^۲ اور اس کی سمت ون کی سمت ہے۔ لیکن و کے پاس خول کی سطح کے جزو فرس کے علی القوائم عمودی امالہ و ج کی سمت میں

= (فرس) جم تہ ۱ / (ون)^۲ = (فرس) جم تہ / ط^۲

پس عمودی امالہ وش کی سمت میں = ۔ (فرس) جم تہ / ط^۲

چونکہ جزو فرس کی توانائی بالقوہ = ح ٹ (فرس) جم تہ / ط^۲ اور ح ٹ = خط

اور نیز ۔ (فرس) جم تہ / ط^۲ = ف ' یعنے خول کی سطح کے جزو کے علی القوائم اس کے مقناطیسی محور کی سمت میں عمودی امالہ لہذا

خول کے اس جزو کی توانائی بالقوہ = ۔ ف خط

∴ سارے خول کی توانائی بالقوہ = ۔ خط ∑ ف

(اگر خول کی طاقت (خط) مستقل مانی جائے)

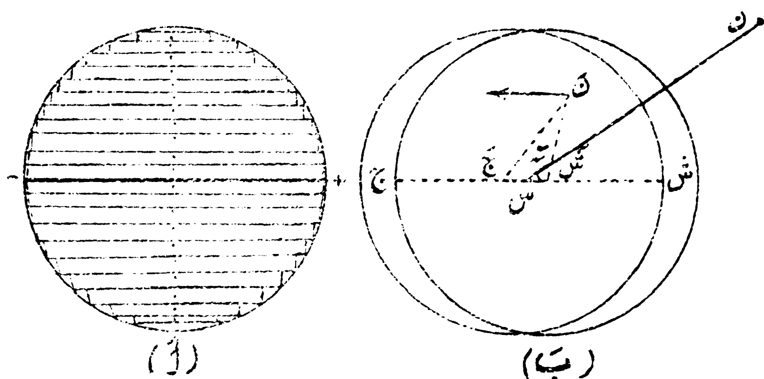
لیکن ح ف خول کا مجموعی عمودی امالہ ہے، یعنے مقناد کی سمت میں خول کے محیط میں سے پار گزرنے والا عمودی امالہ ہے۔ پس اگر ح ف کو ف لکھا جائے تو مقناطیسی میدان میں خول کی توانائی بالفعل = ۔ خط ف جس میں خط = خول کی طاقت اور ف = خول کے مقناؤ کی سمت میں (یعنے جنوبی قطب سے شمالی قطب کی طرف) اس کے محیط سے پار گزرنے والا مجموعی عمودی امالہ ہے۔

دو مقناطیسی خولوں کی باہمی توانائی ۔فرض کرو دو خولوں کی طاقت بالترتیب خط۱ اور خط۲ ہے۔ پہلے خول کا مجموعی عمودی امالہ ف۱ دوسرے خول کی طاقت خط۲ کے متناسب ہوگا۔ فرض کرو یہ امالہ = م۱ خط۲ جس میں م۱ ایک مستقل مقدار ہے۔ پس میدان میں اس خول کی توانائی بالقوہ = ۔خط۱ م۱ خط۲۔ اسی طرح دوسرے خول کا مجموعی عمودی امالہ ف۲ = م۲ خط۱ ۔ اور اس کی توانائی بالقوہ = ۔ خط۲ م۲ خط۱۔ واضح ہے کہ یہ دونوں توانائیوں کی قیمت ایک ہی ہونی چاہیے کیونکہ دونوں کا تعلق ایک ہی مقناطیسی نظام سے ہے لہذا خط۱ م۱ خط۲ = خط۲ م۲ خط۱۔

یعنے م۱ = م۲ اور ان دو خولوں کے نظام کی توانائی م خط۱ خط۲ ہے۔ م کو باہمی امالہ کی قدر کہہ سکتے ہیں۔ اور ایک خول سے نکل کر دوسرے خول کے محیط میں سے گزرنے والا عمودی امالہ فی اکائی طاقت خول دونوں خولوں کے لئے ایک ہی ہے۔

یکساں مقنائے ہوئے کُرے کا میدان

اور قوّة - فرض کرو شکل (۱۳) میں س مرکز کا ایک کرہ ہے جو ایک متوازی الافق قطر کی سمت میں یکساں مقنایا گیا ہے -



شکل (۱۳)

یعنے اس کے سیدھے طرف کی نصف سطح پر بالکلیہ شمالی مقناطیسی قطبیت عیاں ہے اور بائیں طرف کی نصف سطح پر بالکلیہ جنوبی قطبیت - کُرے میں اس طرح کی کیفیت پیدا ہونے کیلئے ہم تصور کرسکتے ہیں کہ وہ ایک کثیر تعداد کے نہایت ہی چھوٹے مقناطیسوں پر مشتمل ہے جو ایک ہی سمت میں مقنائے گئے ہیں اور سلسلہ وار شکل (أ) کی طرح ایک دوسرے کے متصل جوڑے گئے ہیں اور سبھوں کا طول عرض عمق اور مقناؤ کی حدت ایک ہی ہے - چونکہ ہر ایک مقناطیس کے شمالی سرے کے پاس اس کے متصل کے مقناطیس کا جنوبی سرا واقع ہے اس لئے قطبیت صرف کُرے کے سروں پہ ظاہر ہوگی - فرض کرو کُرے میں فی اکائی حجم ایسے ع مقناطیس واقع ہیں ان کا طول ل ہے اور ان کے قطب کی قیمت یا طاقت

ق ہے - پس کرے کے مقناؤ کی حدت یعنے اس کے اکائی
حجم کا مقناطیسی معیار اثر

ح = ق ع ل

ذرا سا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ کرے کے اندر شمالی اور جنوبی مقناطیسی قطبوں کی ترتیب یکساں ہے - چونکہ طول ل بہت چھوٹا ہے اس لئے مقنائے ہوئے کرے کے بجائے اس کے مساوی (یعنے نصف قطر = ص والے) دو کرے مانے جا سکتے ہیں جن کے مرکزوں میں فصل ل ہے سیدھے جانب کے کرے میں خالص شمالی مقناطیسی قطب بہ شرح ع فی اکائی حجم موجود ہیں اور بائیں جانب کے کرے میں اسی انداز سے خالص جنوبی قطب - یہ دو کرے ملکر بعینہ وہی کیفیت پیدا کرتے ہیں جو مقنائے ہوئے کرے میں پائی جاتی ہے -

پہلے ہم یہ دریافت کرنا چاہتے ہیں کہ مقنائے ہوئے کرے کے باہر کسی نقطہ ن پر مقناطیسی قوہ کی کیا قیمت ہے - مسئلہ گاؤس کے ذریعہ یا احصائے تکملات کے طریقہ سے یا کروی سطحوں کے مقلوب نقطوں کے خواص کی مدد سے (جیسا کہ نیوٹن نے کیا تھا) ہم ثابت کرسکتے ہیں کہ شمالی قطبیت والے کرے کا اثر نقطہ ن پر ٹھیک ایسا ہی ہے گویا کہ اس کرے کے مرکز ش پر شمالی مقناطیسیت بقدر $\frac{4}{3}\pi$ ص^3 ع ق مجتمع ہے - اسی طرح جنوبی مقناطیسیت کے کرے کا اثر وہی ہے جو مرکز ج پر جنوبی مقناطیسیت کے کرے کا اثر وہی ہے جو مرکز ج پر جنوبی مقناطیسیت بقدر $\frac{4}{3}\pi$ ص^3 ع ق کے مجتمع ہونے سے پیدا ہوتا ہے - پس صفحہ (۱۳۹) کے نتیجہ سے

نقطہ ن پر قوہ = $\frac{4}{3}\pi$ ص^3 ع ق $\left(\frac{1}{\text{ش ن}} - \frac{1}{\text{ج ن}}\right)$

= ۴/۳ π صؔ³ ع ق (جَ ن - شَ ن) / (شَ ن × جَ ن)

= ۴/۳ π صؔ³ ع ق (ل جم تہ) / (س ن²)   ملاحظہ ہو شکل (۱۳)

= ۴/۳ π صؔ³ ع ق (ل جم تہ) / (ط²)

جس میں ل = شَ جَ اور ط = س ن
لیکن ع ق ل = مقناؤ کی حدت ح

∴ ن پر قوہ = ۴/۳ π صؔ³ (ح جم تہ) / (ط²)

واضح ہو کہ ۴/۳ π صؔ³ ح دیئے ہوئے کرے کا مقناطیسی معیار اثر م ہے

پس ن پر قوہ = (م جم تہ) / (ط²)

پس ایک یکساں مقنائے ہوئے کرے کا قوہ باہر کے کسی نقطہ پر ٹھیک وہی ہے جو اس کے مرکز پر مقناؤ کی سمت میں اس کے مساوی مقناطیسی معیار اثر والے ایک چھوٹے سلاخی مقناطیس کو رکھنے سے پیدا ہوتا ہے۔

اسی طرح یہ مستنبط ہوتا ہے کہ کُرے کے باہر میدان کی حدت بھی ٹھیک وہی ہے جو کُرے کے مرکز پر اس کے مساوی مقناطیسی معیار اثر کے ایک چھوٹے سلاخی مقناطیس کو مقناؤ کی سمت

میں رکھنے سے پیدا ہوتی ہے۔

اگر نقطہ ن کرے کے اندر کسی جگہ واقع ہو تو پہلے اس امر کی صراحت کرلینی چاہئے کہ یہاں میدان کی حدت سے کیا مراد ہے۔ اس لئے کہ کرہ تو مقناطیسی مادّے سے بھرا ہوا ہے اور نقطہ ن اس مادّے کے اندر واقع ہوگا تو میدان پر ضرور مادّے کے مقناطیسی خواص کا اثر پڑیگا جیسا کہ اصل کتاب میں صفحہ (۱۰۴) پر سمجھایا گیا ہے۔ مقنائے ہوئے کرے کے اندر کسی نقطہ پر میدان کی حدت سے مراد وہ قوت ہے جو اکائی شمالی قطب پر عمل کریگی اگر کرے کے اندر سے مقناطیسی مادہ خالی کردیا جائے لیکن کرے کی سطح پر مقناطیسیت بعینہ ایسی ہی ہو جیسے کہ حقیقتاً یکساں مقنائے ہوے کرے پر ہوتی ہے۔

ایک اور بات یہاں بیان کردینی چاہئے۔ مسئلہ گاؤس یا اور طریقوں سے بآسانی ثابت کیا جاسکتا ہے کہ یکساں کثافت کے خولوں سے بنے ہوئے مادّی کرے یا یکساں (شمالی یا جنوبی) مقناطیسیت کے کرے کے اندر کسی نقطہ نَ پر اثر صرف کرے کے اس جزو کا ہوتا ہے جو نَ میں سے گزرنے والی کردی سطح سے محدود ہے۔ نَ کے باہر کے کردی خولوں کا اثر کچھ نہیں ہوتا۔ اس لئے نَ پر شمالی مقناطیسیت والے کرے کی وجہ سے مقناطیسی قوت شَ نَ کی سمت میں

$$\text{بقدر}\quad \frac{4}{3}\,\frac{\pi\,(\text{شَ نَ})^{3}\,\text{ع ق}}{(\text{شَ نَ})^{2}}\quad \text{عمل کرتی ہے۔}$$

اور جنوبی مقناطیسیت والے کرے کی وجہ سے قوت نَ جَ کی سمت میں

$$\text{بقدر}\quad \frac{4}{3}\,\frac{\pi\,(\text{جَ نَ})^{3}\,\text{ع ق}}{(\text{جَ نَ})^{2}}\quad \text{عمل کرتی ہے}$$

یعنے نَ پر دو قوتیں عمل کرتی ہیں۔ ایک قوت $\frac{4}{3}$ π ع ق (شَ نَ) سمت شَ نَ میں اور دوسری قوت $\frac{4}{3}$ π ع ق (نَ جَ) سمت نَ جَ میں۔ اسلئے قوتوں کے مثلث کی رو سے ان کا حاصل

شَ جَ کی سمت میں عمل کرتا ہے اور اس کی قیمت

$\frac{4}{3}$ π (شَ جَ) ع ق یعنے $\frac{4}{3}$ π ح ہے

چونکہ یہ ایک مستقل مقدار ہے۔ اس لئے واضح ہے کہ

یکساں مقنائے ہوئے کُرے کے اندر مقناطیسی میدان کی حدت سب جگہ مستقل ہے اور شَ سے جَ کی طرف (یعنے کرّے کے مقنانے کی سمت کے مخالف) عمل کرتی ہے۔ پس کُرے کے اندر خطوطِ قوت مقناؤ کی سمت کے متوازی مگر مخالف سمت

میں ہیں اور ان کی تعداد فی اکائی تراش عمودی سب جگہ مساوی

ہے۔

گاؤس کا ثبوت کہ مقناطیسی قوت فاصلہ کے عکسی مربع کی نسبت سے بدلتی ہے:-

اصل کتاب میں صفحہ (۴۰) پر اس کا مختصر سا ذکر آیا ہے۔ یہاں ہم اس کو تفصیل کے ساتھ بیان کرتے ہیں۔ گاؤس نے پہلے فرض کرکے کہ مقناطیسی قوت قطبوں کے درمیانی فاصلہ کی ن۔ دیں طاقت کے بالعکس بدلتی ہے، مقناطیسیت پیما کے تجربہ میں مقناطیس کی سیدھی "وضع" اور "آڑی" وضع کے لئے مماس زاویہ انصراف کے لئے جملے اخذ کئے اور پھر سلاخی مقناطیس اور حسّاس مقناطیسیت پیما کی سوئی کے وسطی نقطوں کے درمیانی فاصلہ (ط) کو

ایک میتر سے لیکر چار میتر تک بتدریج بڑھاکر احتیاط کے ساتھ زاویہ انحراف مشاہدہ کیا۔ ان مشاہدوں سے مماس زاویہ انحراف اور فاصلہ ط کے مابین حسبِ ذیل ارتباط دریافت ہوا:۔

سیدھی وضع میں: $\text{مس ع}_{۱} = ۰٫۰۸۶۸۷۰\,\text{ط}^{-۳} - ۰٫۰۰۲۱۸۵\,\text{ط}^{-۵}$

آڑی " " $\text{مس ع}_{۲} = ۰٫۰۴۳۴۳۵\,\text{ط}^{-۳} + ۰٫۰۰۲۴۴۹\,\text{ط}^{-۵}$

مقناطیس کی "سیدھی" وضع میں قوت

$$= \text{ق}\left\{(\text{ط}-\text{ل})^{-\text{ن}} - (\text{ط}+\text{ل})^{-\text{ن}}\right\}$$

$$= \frac{\text{ق}}{\text{ط}^{\text{ن}}}\left[\left\{۱ + \text{ن}\frac{\text{ل}}{\text{ط}} + \frac{\text{ن}(\text{ن}+۱)}{\underline{|۲}}\left(\frac{\text{ل}}{\text{ط}}\right)^{۲} + \frac{\text{ن}(\text{ن}+۱)(\text{ن}+۲)}{\underline{|۳}}\left(\frac{\text{ل}}{\text{ط}}\right)^{۳} + \right\} - \left\{۱ - \frac{\text{ن}\,\text{ل}}{\text{ط}} + \frac{\text{ن}(\text{ن}+۱)}{\underline{|۲}}\left(\frac{\text{ل}}{\text{ط}}\right)^{۲} - \frac{\text{ن}(\text{ن}+۱)(\text{ن}+۲)}{\underline{|۳}}\left(\frac{\text{ل}}{\text{ط}}\right)^{۳} + -\right\}\right]$$

$$= \frac{\text{ق}}{\text{ط}^{\text{ن}}}\left\{۲\text{ن}\frac{\text{ل}}{\text{ط}} + \frac{۲\,\text{ن}(\text{ن}+۱)(\text{ن}+۲)}{\underline{|۳}}\left(\frac{\text{ل}}{\text{ط}}\right)^{۳} + \cdots\cdots\right.$$

چونکہ ۲ ل ق = مُ مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر۔

$$\text{پس قوت} = \frac{\text{م}}{\text{ط}^{\text{ن}+۱}}\left\{\text{ن} + \frac{\text{ن}(\text{ن}+۱)(\text{ن}+۲)}{\underline{|۳}}\,\frac{\text{ل}^{۲}}{\text{ط}^{۲}} + \cdots\right\}$$

یہ قوت ف مس ع۱ کے مساوی ہے، جہاں ف = زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت، اور ع۱ = مقناطیسیت پیما کی سوئی کا زاویہ انحراف

$$\text{لہذا مس ع}_{۱} = \frac{\text{م}}{\text{ف}}\left\{\text{ن}\,\text{ط}^{-(\text{ن}+۱)} + \frac{\text{ن}(\text{ن}+۱)(\text{ن}+۲)}{\underline{|۳}}\,\text{ل}^{۲}\,\text{ط}^{-(\text{ن}+۳)} + \cdots\right\}$$

چونکہ ھ، ف، ن اور ل مستقل مقداریں ہیں اسلئے ہم لکھ سکتے ہیں کہ

$$\text{مس عہ}_1 = \text{م}_1\,\text{ط}^{-(\text{ن}+1)} + \text{م}_3\,\text{ط}^{-(\text{ن}+3)} + \cdots\cdots$$

جسیں م_1 ایک مستقل عدد $= \frac{\text{ھ ن}}{\text{ف}}$ ہے اور م_3 ایک دوسرا مستقل عدد $= \frac{\text{ھ}}{\text{ف}} \cdot \frac{\text{ن}(\text{ن}+1)(\text{ن}+2)\,\text{ل}^2}{\lfloor 3}$ ہے

مقناطیس کی "آڑی" وضع میں قوت

$$= 2\,\text{ق}\,(\text{ط}^2+\text{ل}^2)^{-\frac{\text{ن}}{2}}\,\frac{\text{ل}}{(\text{ط}^2+\text{ل}^2)^{\frac{1}{2}}}$$

$$= 2\,\text{ق ل}\,(\text{ط}^2+\text{ل}^2)^{-\left(\frac{\text{ن}+1}{2}\right)}$$

$$= \frac{\text{ھ}}{\text{ط}^{\text{ن}+1}}\left(1+\frac{\text{ل}^2}{\text{ط}^2}\right)^{-\left(\frac{\text{ن}+1}{2}\right)}$$

$$= \frac{\text{ھ}}{\text{ط}^{\text{ن}+1}}\left\{1-\left(\frac{\text{ن}+1}{2}\right)\frac{\text{ل}^2}{\text{ط}^2}+\frac{(\text{ن}+1)(\text{ن}-1)}{4\lfloor 2}\left(\frac{\text{ل}^2}{\text{ط}^2}\right)^2+\cdots\cdots\right\}$$

یہ قوت ف مس عہ_2 کے مساوی ہے، جہاں عہ_2 = اس وضع میں سوئی کا زاویہ انحراف

$$\text{پس مس عہ}_2 = \frac{\text{ھ}}{\text{ف}}\left\{\text{ط}^{-(\text{ن}+1)}-\left(\frac{\text{ن}+1}{2}\right)\text{ل}^2\,\text{ط}^{-(\text{ن}+3)}+\cdots\right\}$$

$\frac{\text{ھ}}{\text{ف}}$ کے بجائے $\text{م}'_1$ اور $\frac{\text{ھ}}{\text{ف}}\left(\frac{\text{ن}+1}{2}\right)\text{ل}^2$ کے بجائے $\text{م}'_3$ لکھیں تو

$$\text{مس عہ}_2 = \text{م}'_1\,\text{ط}^{-(\text{ن}+1)} - \text{م}'_3\,\text{ط}^{-(\text{ن}+3)}$$

سیدھی اور آڑی وضعوں کے ضابطوں سے

$$\text{مس عہ}_1 = \text{م}_1\,\text{ط}^{-(\text{ن}+1)} - \text{م}_3\,\text{ط}^{-(\text{ن}+3)} + \cdots\cdots$$

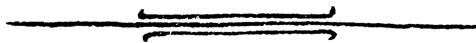
اور مس عہ۲ = $م_1 ط^{-(ن+۱)} - م_2 ط^{-(ن+۳)} + \ldots\ldots$

کا باہمدیگر مقابلہ کرنے سے واضح ہوگا $\frac{م_2}{م_1}$ = ن اور ابتدائیہ فرض کرلیا گیا ہے کہ مقناطیسی قوت قطبوں کے درمیانی فاصلہ کی ن۔ ویں قوت کے بالعکس تناسب ہے۔ مس عہ۱ اور مس عہ۲ کے لئے گاؤس نے اپنے تجربہ سے جو جملے حاصل کئے تھے ان کو ملاحظہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ

$$\frac{م_2}{م_1} = \frac{۰٫۰۸۶۸۷۰}{۰٫۰۴۳۴۳۵} = ۲$$

اور $ط^{-(ن+۱)} = ط^{-۳}$ اور $ط^{-(ن+۳)} = ط^{-۵}$

جس سے اس امر کی کافی تصدیق ہوتی ہے کہ ن = ۲ یعنے تجربہ کی رُو سے فاصلہ کے عکسی مربع کی نسبت سے مقناطیسی قوت کے بدلنے کا کلیہ بہت صحیح ثابت ہوتا ہے۔



دوسرا باب

زمین کی مقناطیسیت

مقناطیسیت نگار - اصل کتاب کے صفحہ (۱۷۶) پر اختصار کے ساتھ بیان ہوا ہے کہ مقناطیسی رصدگاہوں میں زمین کے مقناطیسی اجزاء یعنے زاویۂ انصراف، زاویہ میلان اور افقی میدان کی مسلسل تبدیلیاں کس طرح قلمبند کی جاتی ہیں - چونکہ زمین کی مقناطیسیت کے متعلق جو کچھ مفید اور اہم معلومات زمانہ حال میں فراہم ہوئے ہیں انہی مسلسل تبدیلیوں کے معائنہ سے حاصل ہوئے ہیں اس لئے مناسب سمجھا جاتا ہے کہ مقناطیسی رصدگاہوں کے ان مسلسل مشاہدوں کے طریقۂ عمل کو کسیقدر صراحت اور تفصیل کے ساتھ بیان کیا جائے۔

زاویہ انصراف کی ترسیم کا آلہ - ایک چھوٹا سلاخی مقناطیس ایک لمبے اور باریک ریشہ سے لٹکایا جاتا ہے جس پر ایک مقعر آئینہ نصب ہوتا ہے۔ اس آئینہ کے نیچے ایک دوسرا آئینہ آلہ کے غیر متحرک قاعدے یا ٹیکن سے جوڑ دیا جاتا ہے۔ ایک ہی مبداء سے نور کی شعاعیں مقناطیس کے آئینہ اور غیر متحرک آئینہ پر مناسب جھری میں سے ہوکر گرتی ہیں، اور بعد انعکاس مناسب عدسوں میں سے گزر کر ایک حساس نور کاغذ پر، جو یکساں رفتار سے گردش کرنے والے ایک اسطوانے پر لپیٹا ہوا ہوتا ہے ماسکہ پر

آتی ہیں - چونکہ زاویہ انحراف کی خفیف تبدیلی سے مقناطیس کی وضع بھی افقی مستوی میں خفیف سا پڑتی ہے اس لئے ریشہ سے باندھے ہوئے آئینہ سے شعاعیں منعکس ہوکر حساس کاغذ پر ایک لہریلا خط بنائینگی - غیر متحرک آئینہ سے جو شعاعیں منعکس ہونگی کاغذ پر ایک خط مستقیم تیار کرینگی - واضح ہو کہ اسطوانہ کا محور گردش افقی ہے اور معلق مقناطیس کے محور کی عام وضع کے متوازی ہے - وقت کی تبیین کے لئے ثابت آئینہ پر جو روشنی ڈالی جاتی ہے باقاعدگی کے ساتھ ہر دو گھنٹہ کو تھوڑی دیر کے لئے ایک غیر شفاف پردہ کے ذریعہ روکدی جاتی ہے - کیو (KEW) کے مقناطیسیت نگار میں یہ پردہ گھنٹہ ختم ہونے سے چار منٹ پہلے حائل ہوجاتا ہے اور گھنٹہ ختم ہوتے ہی اٹھا دیا جاتا ہے - پردہ اسی گھڑیال کی کلوں کے ذریعہ حرکت کرتا ہے جن سے اسطوانے کو گردش ہوتی ہے -

افقی میدان کی حدت کا آلہ - کیو (KEW)

کے آلہ میں دو رشتی تعلیق کے ذریعہ ایک مقناطیس لٹکایا جاتا ہے -

بعض آلوں میں مقناطیس نگار یا بلور کے صرف ایک مضبوط ریشہ سے آویزاں ہوتا ہے جس تختی سے تعلیق کے ریشے لٹکتے ہیں اس کو گھما کر مقناطیس کو مقناطیسی نصف النہار کے علی القوائم وضع میں ٹھہراتے ہیں - جب تک زمین کے افقی میدان کا جفت کا معیار (ھ ف) مڑور کے جفت کے معیار اثر کے مساوی ہوگا مقناطیس اسی وضع میں ٹھیرا رہیگا - اگر افقی میدان کی حدت ف میں خفیف زیادتی پیدا ہو تو اول الذکر جفت آخر الذکر پر غالب آئیگا اور مقناطیس خفیف سا مقناطیسی نصف النہار کی طرف مڑ جائے گا - اگر ھ ف میں خفیف کمی واقع ہو تو مڑوڑ کا جفت غالب آکر مقناطیس

کو نصف النہار سے ذرا سا اور زیادہ پھیر دیگا۔ اس حرکت کے ساتھ مقناطیس پر جو آئینہ نصب ہوگا اس کی وضع میں بھی مناسب تبدیلی عمل میں آئیگی اور اس لئے حساس کاغذ پر نور کی ترسیم خطِ مستقیم میں نہ ہوگی۔ اس آلہ میں بھی ایک ثابت یا غیر متحرک آئینہ ہوتا ہے جس سے نور کی شعاعیں منعکس ہوکر ایک خطِ مستقیم تیار کرتی ہیں یہ خطِ مستقیم بھی حوالہ یا مقابلہ کے خط کا کام دیتا ہے اور اس کے دقفوں سے بھی دقت کی پیمائش ہوتی ہے۔ لہریلے خط میں جہاں نقطہ اس حوالہ کے خط سے زیادہ دور ہوجاتا ہے وہاں ف کی زیادتی کا اظہار ہوتا ہے اور جہاں نقطہ اس خط سے قریب تر ہوتا ہے وہاں ف کی کمی کا اظہار۔ کیو والے آلہ کی ترسیم میں معیّن کے ایک سنتی میٹر طول کی تبدیلی افقی میدان کی حدت میں ۰.۰۰۰۵۰ س۔گ۔ث اکائی یا ۵۰γ کی تبدیلی بتاتی ہے۔

انتصابی میدان کی حدت کا آلہ۔ اس کی کئی قسمیں ہیں لیکن سبھوں کا اصول ایک ہی ہے۔ ایک مقناطیسی نظام جو ایک یا دو مقناطیسوں پر مشتمل ہوتا ہے مقناطیسی نصف النہار میں ایک افقی دھری پر حرکت کرتا ہے۔ دھری گار کے باریک ریشہ کی ہوتی ہے، جس کا ایک سرا ایک کمانی سے جڑا ہوا ہوتا ہے، اور دوسرا سرا ایک ٹوپن سے جوڑ دیا جاتا ہے جسکو پھرانے سے ریشہ مڑوڑا جا سکتا ہے۔ چونکہ دھری مقناطیسی نظام کے مرکزِ ثقل میں سے گزرتی ہے شمالی نصف کرے میں زمین کے مقناطیسی میدان کے انتصابی جزو کی وجہ سے مقناطیسوں کے شمال نما سرے علی العموم نیچے جھکے ہوئے ہوتے ہیں۔ مقناطیسوں کے جنوبی سروں کے پاس مناسب وزن لگے ہوئے ہوتے ہیں۔ ان کو حسب ضرورت ہٹا کر ٹھیک مقام پر ترتیب دینے

سے مقناطیسوں کے جنوبی سرے جھک جاتے ہیں۔ اب ٹوپن کو مڑوڑ کر مقناطیسوں کو ٹھیک متوازی الافق وضع میں لا لیتے ہیں۔ آلہ پہ ایک آئینہ لگا ہوا ہوتا ہے جس سے منعکس ہوکر نور کی شعاعیں حساسِ نور کاغذ پر پڑتی ہیں۔ کاغذ انتصابی محور کے ایک اسطوانہ پر لپٹا ہوا ہوتا ہے۔ اسطوانہ کی گردش سے کاغذ پر ایک ترسیم پیدا ہوتی ہے جس کی شکل اگر زمین کے انتصابی میدان کی حدت مستقل رہے تو خطِ مستقیم ہوگی ورنہ لہریلی۔ مقابلہ کے لئے شل اور مقناطیسیت نگاروں کے اس آلہ کی ٹیکن پر بھی ایک ثابت آئینہ نصب ہوتا ہے جس سے نور کی شعاعیں منعکس ہوکر کاغذ پر ایک مستقیم خط پیدا کرتی ہیں۔

واضح ہو کہ اس قسم کا آلہ تپش کی تبدیلی سے متاثر نہیں ہوتا، اس لئے کہ تپش کے بڑھنے سے مقناطیسوں کا مقناطیسی معیار اثر گھٹ جاتا ہے جس سے ان کے جنوب نما سرے نیچے جھک جاتے ہیں لیکن ساتھ ہی گار کے ریشوں کی استواری تپش کی زیادتی سے بڑھ جاتی ہے اور ان کے حیلی جفت کا معیار بڑھ کر مقناطیسوں کے جنوب نما سروں کو اوپر اٹھا دیتا ہے۔ اِن تینوں آلوں سے مقناطیسی اجزاء کی صرف تبدیلیوں کا پتہ چلتا ہے۔ ان کی مطلق قیمتیں راست نہیں دریافت ہوسکتیں۔ اگر مطلق قیمتیں معلوم کرنا ہو تو چند معیاری تجربے کرنا پڑتا ہے اور پھر ان کے ذریعہ گویا آلات کی تعییر ہوکر ترسیموں کی پیمائش سے جب کبھی ضرورت ہو اجزاء کی مطلق قیمتیں دریافت کرلی جاسکتی ہیں۔

مقناطیسی انصراف کی صحیح تعین کا طریقہ

مقناطیسی انصراف کی صحیح تعیین کے لئے مقام مشاہدہ پر مقناطیسی نصف النہار اور جغرافی نصف النہار کی صحیح وضعیں معلوم ہونی

چاہئیں۔ اس کام کے لئے علی العموم کیو (KEW) والا مقناطیسیت پیما استعمال ہوتا ہے۔ اس آلہ کی مقناطیسی سوئی فولاد کی نلی کی بنی ہوتی ہے جس کے ایک سرے پر ایک باریک شفاف پیمانہ ہوتا ہے اور دوسرے سرے پر ایک عدسہ۔ پیمانہ عدسہ کے ماسکہ پر ہوتا ہے۔ سوئی ایک شیشہ کے پہلوؤں کے ڈبے میں لٹکائی جاتی ہے۔ ڈبہ ایک انتصابی محور پر پھر سکتا ہے جو ایک متوازی الافق دائری درجہ دار پیمانہ کے مرکز میں سے گزرتا ہے۔ اسی محور کے گرد ایک دوربین بھی گھمائی جاسکتی ہے۔ جس کا مناظری محور متوازی الافق رہتا ہے مقناطیسی نصف النہار کی تعیین کے لئے مقناطیس کو لاتناہی کے لحاظ سے ماسکہ پر لاتے ہیں اور نلی نما "سوئی" کے ساتھ ہم محور ترتیب دیتے ہیں۔ جب رشتۂ تعلیق کو مڑوڑ سے آزاد کرکے مقناطیسیت پیما کو کلیتۂ پھیر کر ایسی وضع میں لاتے ہیں کہ پیمانہ کے وسطی نشان کا خیال دوربین کے صلیبی تاروں سے منطبق ہوتا ہے تو آلہ کے افقی دائری پیمانہ پر "سوئی" کے ہندسی محور کا نشان پڑھ لیا جاتا ہے۔ پھر نلی نما سوئی کو الٹ کر یعنے اس کے اوپر کے حصہ کو نیچے کرکے لٹکاتے ہیں اور مکرر آلہ کو (اگر ضرورت ہو) پھیر کر پیشتر کی طرح پیمانہ کے وسطی نشان کو دوربین کو صلیبی تاروں سے منطبق کرتے ہیں۔ اور موجودہ صورت میں "سوئی" کے ہندسی محور کا نشان پڑھ لیتے ہیں۔ ان دونوں نشانوں کا اوسط مقناطیسی نصف النہار کی وضع بتاتا ہے۔

اسی آلہ سے جغرافی نصف النہار کی وضع بھی معلوم ہوسکتی ہے۔ معلق "سوئی" معہ لوازمات اٹھالی جاتی ہے۔ اور ایک مستوی آئینہ کے ذریعہ دوربین میں آفتاب کا خیال مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ یہ آئینہ اسی افقی سہارے پر (لیکن دائری پیمانہ کے دوسرے جانب) نصب ہوتا ہے جس پر دوربین رکھی جاتی ہے۔ آئینہ کی

گردش کا محور ٹھیک متوازی الافق اور دُوربین کے مناظری محور کے علی القوائم ترتیب دیا جاتا ہے۔ صلیبی تاروں پر سے آفتاب کے دونوں کناروں کے مُرور کا صحیح وقت دیکھ لیا جاتا ہے، اس سے مرکز آفتاب کے مرور کا وقت معلوم ہوجاتا ہے۔ دوربین کی وضع پڑھ لی جاتی ہے اور بحری جنتری (Nautical Aimanac) سے مقام مشاہدہ کا طولِ بلد اور وقت کی مساوات معلوم کرلئے جاتے ہیں۔ پھر حسابی عمل سے دریافت کرلیا جاتا ہے کہ جغرافی شمال و جنوب کے خط یعنے نصف النہار کی صحیح وضع کیا ہے۔ اس نصف النہار اور مقناطیسی نصف النہار کی وضعوں کا تفاوت مقناطیسی انصراف کا زاویہ ہوگا۔

واضح ہو کہ کیو والے آلہ کے ذریعہ جغرافی نصف النہار کی صحیح تعیین کا طریقہ سمجھنے کے لئے متعلم کو علم ہئیت یا فلکیات کی بعض اصطلاحوں اور پیمائش کے طریقوں سے اچھی طرح واقف ہولینا چاہئے طوالت کے خوف سے تجربہ مفصل بیان نہ ہوسکا۔ مکمل کیفیت واٹسن کی عملی طبیعیات کے ملاحظہ سے معلوم ہوسکتی ہے۔ اس کتاب میں یہہ تجربہ کافی تفصیل کے ساتھ سمجھایا گیا ہے۔

زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی صحیح تعیین۔ (بعض اہم خطاؤں کی تصحیح۔) مقناطیسی محور کے عدم تشاکل وغیرہ کی خطاؤں کا ذکر اصل کتاب میں آچکا ہے۔ ہم بقیہ چند خطاؤں پر بحث کرنا چاہتے ہیں۔

(ا) انصراف پیدا کرنے والے مقناطیس کا طول ۲ل دراصل اس کے قطبین کا درمیانی فاصلہ ہے نہ کہ مقناطیس کا ہندسی طول۔ اس لئے انصراف کے تجربہ میں اگر منصرف مقناطیس

کی وضع "سیدھی" ہو تو ضابطہ

$$\frac{م}{ف} = \frac{(ط^{۲} - ل^{۲})^{۲}}{۲ط} \text{ مس ع}$$

میں ل کی صحیح قیمت درج ہونی چاہیئے - بدینوجہ دو فاصلوں کے لحاظ سے انصراف مشاہدہ کئے جاتے ہیں اور ان سے ل کی قیمت مستنبط کی جاتی ہے - چنانچہ اگر $ط_{۱}$ فاصلہ پر انصراف $ع_{۱}$ تھا تو

$$\frac{م}{ف} = \left(۱ - \frac{ل^{۲}}{ط_{۱}^{۲}}\right)^{۲} \frac{ط_{۱}^{۳}}{۲} \text{ مس ع}$$

واضح ہو کہ اس انصراف کا تقریبی ضابطہ $\frac{م}{ف} = \frac{ط_{۱}^{۳}}{۲}$ مس $ع_{۱}$ ہے، پس بہ نظر سہولت کتابت اگر $\frac{ط^{۳}}{۲}$ مس $ع_{۱}$ کو $\left(\frac{م}{ف}\right)_{۱}$ لکھا جائے جس کا منشاء واضح ہے کہ اس تقریبی ضابطہ سے زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی جو قیمت حاصل ہوگی وہ بھی تقریبی ہوگی ف یعنے صحیح قیمت نہ ہوگی، تو

$$\frac{م}{ف} = \left(۱ - \frac{ل^{۲}}{ط_{۱}^{۲}}\right) \left(\frac{م}{ف}\right)_{۱}$$

$\left(۱ - \frac{ل^{۲}}{ط_{۱}^{۲}}\right)^{۲} = ۱ - \frac{۲ل^{۲}}{ط_{۱}^{۲}} + \frac{ل^{۴}}{ط^{۴}}$ جسمیں تیسری رقم نسبتاً بہت چھوٹی ہے

اس لئے $\frac{م}{ف} = \left(\frac{م}{ف}\right)_{۱} \left(۱ - \frac{۲ل^{۲}}{ط_{۱}^{۲}}\right)$

اسی طرح مقناطیس کو دوسرے فاصلہ $ط_{۲}$ پر رکھنے سے جو انصراف $ع_{۲}$ پیدا ہوتا ہے، اس کے لئے

$$\frac{م}{ف} = \left(\frac{م}{ف}\right)_{۲} \left(۱ - \frac{۲ل^{۲}}{ط_{۲}^{۲}}\right)$$

آخری دو مساواتوں میں تفریق کا عمل کرنے سے ل یعنے مقناطیس کے نصف مقناطیسی طول کی قیمت نکل آتی ہے :

چنانچہ $\left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۱ - \left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۱ \frac{۲\,\text{ل}^۲}{\text{ط}_۱^۲} = \left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۲ - \left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۲ \frac{۲\,\text{ل}^۲}{\text{ط}_۲^۲}$

$$\therefore\ ۲\,\text{ل}^۲ \left\{ \frac{۱}{\text{ط}_۱^۲}\left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۱ - \frac{۱}{\text{ط}_۲^۲}\left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۲ \right\} = \left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۱ - \left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۲$$

یعنے $۲\,\text{ل}^۲ = \dfrac{\left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۱ - \left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۲}{\frac{۱}{\text{ط}_۱^۲}\left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۱ - \frac{۱}{\text{ط}_۲^۲}\left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۲}$

پس ۲ل² کو ایک مستقل س سے تعبیر کرسکتے ہیں اور کتابت کی مزید سہولت کی غرض سے $\left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۱$ کو $\text{ن}_۱$ اور $\left(\frac{\text{م}}{\text{ف}}\right)_۲$ کو $\text{ن}_۲$ لکھا جاسکتا ہے۔

اس لحاظ سے $\text{س} = \dfrac{\text{ن}_۱ - \text{ن}_۲}{\frac{\text{ن}_۱}{\text{ط}_۱^۲} - \frac{\text{ن}_۲}{\text{ط}_۲^۲}}$

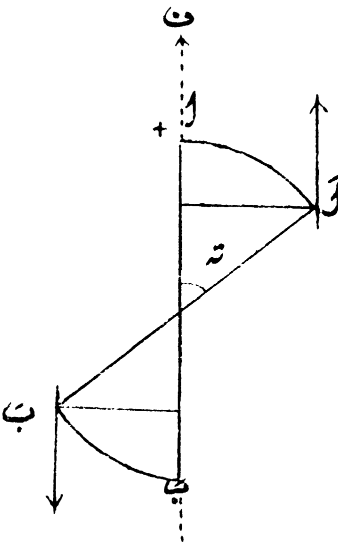
اور $\frac{\text{م}}{\text{ف}} = \text{ن}_۱\left(۱ - \frac{\text{س}}{\text{ط}_۱^۲}\right) = \text{ن}_۲\left(۱ - \frac{\text{س}}{\text{ط}_۲^۲}\right)$

اسی طرح طالب علم منصرف مقناطیس کی "دو آڑی" وضع کے تجربہ سے بھی مقناطیس کے حقیقی نصف طول ل اور $\frac{\text{م}}{\text{ف}}$ کی قیمتیں حاصل کرسکتا ہے۔ لیکن "سیدھی" وضع کا تجربہ بہتر ہے اس لئے کہ اس میں انصراف زیادہ ہے۔

(ب) مقناطیس کے اہتزاز کا وقتِ دوران دریافت کرنے میں ربشۂ تعلیق کی مڑوڑ کا اثر بھی ملحوظ ہونا چاہئیے۔ پہلے ہم

اپنے وعدہ مندرجہ صفحہ (   ) کے بموجب مقناطیس کی مدت اہتزاز کا ضابطہ ثابت کردیتے ہیں۔

شکل (۱۴) میں فرض کرو اب معلق مقناطیس کی وضع سکون ہے۔ اس وضع میں ریشۂ تعلیق پر ذرا بھی بل نہیں ہے۔ اب اگر مقناطیس کو وضع سکون سے خفیف سا پھیر دیا جائے تو اس پر افقی مقناطیسی میدان کی وجہ سے مرفِ جب تہ معیارِ اثر کا حیلی جفت عمل کریگا جس کا یہ



شکل (۱۴)

اقتضاء ہوگا کہ مقناطیس پھر وضع سکون میں واپس آجائے۔ ساتھ ہی ریشہ میں بھی مڑوڑ بقدر زاویہ تہ نیم قطری پیدا ہوگی۔ اور وہ بھی مقناطیس کو وضع سکون میں لوٹانے کا متقاضی ہوگی۔

اگر مڑوڑ کا معیار اثر فی اکائی نیم قطری زاویہ مڑوڑ سَ ہو تو مقناطیس کو وضع سکون میں واپس لانیوالے مجموعی جفت کا معیار اثر = مرف جب تہ + سَ تہ = (مرف + سَ) تہ اگر تہ چھوٹا زاویہ ہو۔ لیکن استوار اجسام کی حرکت کے قواعد سے اس جفت کا معیار اثر = زاویئی معیار حرکت کی تبدیلی کی شرح

پس (م ف + سَ) تہ + مج $\frac{\text{فر}^2\text{تہ}}{\text{فر د}^2}$ =

جس میں مج سے مراد محورِ اہتزاز کے گرد مقناطیس کے جمود کا معیار اثر ہے - یہ ایک سادہ موسیقی حرکت کی مساوات ہے - اور چونکہ ایسی حرکت میں

وقتِ دوران د = ۲ π $\sqrt{\frac{\text{نقل مکان}}{\text{اسراع}}}$

اس لئے مقناطیس کے اہتزاز کا وقت دوران د = ۲ π $\sqrt{\frac{\text{مج}}{\text{م ف + سَ}}}$

اگر ریشہ بہت باریک ہو تو سَ کی قیمت ناقابل لحاظ ہوتی ہے اور د = ۲ π $\sqrt{\frac{\text{مج}}{\text{م ف}}}$ لکھا جا سکتا ہے - ریشہ کی مڑوڑ کو ملحوظ رکھنا ہو تو سَ کی اس طرح پیمائش ہو سکتی ہے:

ریشہ کا اوپر کا سرا ایک درجہ دار قرص یا ٹوپن سے بندھا ہوا ہوتا ہے - اس قرص کو اس کے مستوی میں ایک معیّن زاویہ میں پھیرنے سے ریشہ بھی ایک معیّن لیکن قرص کے زاویہ سے کم زاویہ میں مڑوڑا جاتا ہے - اس مڑوڑ کے زاویہ کی مقدار ریشہ کی استواری اور طول اور موٹائی پر منحصر ہے - فرض کرو قرص کو ۹۰° پھیرا، اور اس سے مقناطیس کی وضع میں بقدر زاویہ تہ انصراف پیدا ہوا - پس واضح ہے کہ ریشہ میں $\frac{\pi}{2}$ - تہ زاویہ (نیم قطری) مڑوڑ موجود ہے - اور اس مڑوڑ کا جفت زمین کے افقی میدان کے جفت کے مساوی اور مخالف ہے - لہٰذا

سَ ($\frac{\pi}{2}$ - تہ) = م ف جیب تہ = م ف تہ کیونکہ تہ بہت چھوٹا زاویہ ہے

$$س = \frac{مرف\, تہ}{\frac{\pi}{۲} - تہ}$$

پس وقتِ دوران کی مساوات میں س کی یہ قیمت درج ہونی چاہئیے۔

$$یعنے\; د = ۲\pi \sqrt{\frac{مج}{مرف\left(۱ - \frac{تہ}{\frac{\pi}{۲} - تہ}\right)}}$$

اب صرف مقناطیس کے مقناطیسی معیار اثر کی تبدیلی کی خطائیں باقی رہگئیں۔ اگر انصراف اور اہتزاز کے تجربوں میں تپش تبدیل ہوجائے تو مقناطیسی معیار اثر میں بھی تبدیلی واقع ہوتی ہے اور اس کا لحاظ ضروری ہے۔ تپش کے اضافہ سے معیار اثر گھٹ جاتا ہے اور تپش کے گھٹاؤ سے بڑھ جاتا ہے۔ ایک ذیلی تجربہ کے ذریعہ اس تبدیلی کی شرح دریافت کرلی جاسکتی ہے اور اس کے لحاظ سے خطا کی تصحیح ممکن ہے۔ لیکن علی العموم تپشوں میں کچھ زیادہ فرق محسوس نہیں ہوتے ہیں۔ اس لئے یہ خطا ناقابل لحاظ سمجھی جاسکتی ہے۔

دوسری خطا اس طرح پیدا ہوتی ہے کہ انصراف کے تجربہ میں مقناطیس زمین کے افقی میدان کے علی القوائم رکھا جاتا ہے اور دوران اہتزاز اس کی وضع ہمیشہ میدان کے تقریباً متوازی ہوتی ہے۔ اس لئے پہلی وضع میں مقناطیسی معیار اثر بہ نسبت دوسری وضع کے خفیف سا کم ہوگا۔ کیونکہ مقناطیس اگرچہ "دوامی" ہے لیکن اس کی مقناطیسیت میدان کے امالی اثر سے ضرور خفیف سا گھٹتی بڑھتی رہتی ہے۔ فرض کرو افقی میدان کے علی القوائم یعنے صفر میدان میں مقناطیسی معیار اثر م. ہے اور میدان کی سمت میں مر تو ہم لکھ سکتے ہیں کہ

$$مر = م. + ا ح ف$$

جس میں لؔ ایک مستقل ہے جو مقناطیس کے مادّے کی نوعیت پر موقوف ہے، اور حؔ مقناطیس کا حجم ہے۔

$$\text{پس}\quad م_ف = م_{ف} + ل\,ح\,ف^{2} = م_{ف}\left(1 + ل\,ح\,\frac{ف}{م_{ف}}\right)$$

واضح ہو کہ $\frac{ف}{م_{ف}}$ بہت چھوٹی کسر ہے اور اگر مقناطیس کا حجم زیادہ بڑا نہ ہو تو $ل\,ح\,\frac{ف}{م_{ف}}$ کو بھی بہت چھوٹی کسر مان سکتے ہیں، اس لئے

$$م_{ف} = \frac{م_ف}{1 + ل\,ح\,\frac{ف}{م_{ف}}} = م_ف\left(1 - ل\,ح\,\frac{ف}{م_{ف}}\right)\ \text{تقریباً}$$

لؔ حؔ کے بجائے بہ نظر سہولتِ کتابت مؔ لکھا جا سکتا ہے۔

$$\text{پس}\qquad م_ف = م_{ف}\left(1 + م\,\frac{ف}{م_{ف}}\right)$$

ان تمام تصحیحوں کو ایک ضابطہ میں اس طرح شامل کر سکتے ہیں:-

اس قیاسی صورت میں جبکہ ریشہ میں مڑوڑ نہ ہو اور مقناطیس صفر میدان والے مقناطیسی معیار اثر سے زمین کے افقی میدان میں اہتزاز کرے تو وقتِ دوران $د_{.} = 2\pi\sqrt{\frac{مج}{م_{ف}}}$ ہوگا یعنے $م_{ف} = \frac{4\pi^{2}\,مج}{د^{2}}$

امر واقعی یہ ہے کہ مقناطیس مڑوڑ کے زیر اثر اور زمین کے افقی میدان والا مقناطیسی معیار اثر لئے ہوئے جب اہتزاز کرتا ہے تو وقتِ دوران $د = 2\pi\sqrt{\frac{مج}{م_ف\left(1+\frac{ت}{\frac{\pi}{2}-ت}\right)}}$ یعنے $م_ف = \frac{4\pi^{2}\,مج}{د^{2}\left(1+\frac{ت}{\frac{\pi}{2}-ت}\right)}$

$$\text{پس}\quad \frac{م_ف}{م_{ف}} = \frac{د_{.}^{2}}{د^{2}\left(1+\frac{ت}{\frac{\pi}{2}-ت}\right)} = \left(1 + م\,\frac{ف}{م_{ف}}\right)$$

$$\therefore\ د_۱^۲ = د^۲ \left(۱ + \frac{تہ}{\frac{\pi}{۲} - تہ}\right)\left(۱ + م\frac{ف}{م_۰}\right)$$

چونکہ $\left(\frac{تہ}{\frac{\pi}{۲} - تہ}\right)$ اور $م\frac{ف}{م_۰}$ بہت چھوٹی مقداریں ہیں اس لئے

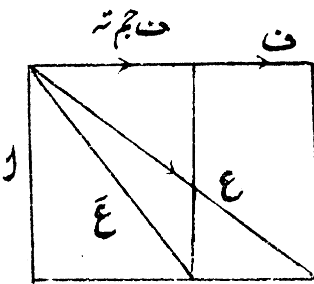
$$د_۱^۲ = د^۲ \left(۱ + \frac{تہ}{\frac{\pi}{۲} - تہ} + م\frac{ف}{م_۰}\right) \text{ تقریباً}$$

$\frac{ف}{م_۰}$ کی قیمت تجربہ انصراف سے بدست ہوتی ہے۔ البتہ م کی تعیین کے لئے ایک ذیلی تجربہ کرنا پڑتا ہے۔ اہتزاز کے تجربہ میں زاویۂ اہتزاز بہت چھوٹا ہونا چاہئیے (تاکہ جیب تہ کے بجائے تہ کی قیمت نیم قطریوں میں لکھنا جائز ہو) ورنہ حیطۂ اہتزاز کے لئے مزید تصحیح کی ضرورت ہوگی۔ اگر زاویۂ اہتزاز کی اوسط قیمت تہ نیم قطری ہو اور وقتِ دوران دَ مشاہدہ ہوا ہو تو صفر زاویۂ اہتزاز کی صورت میں وقتِ دوران $د = دَ\left(۱ - \frac{تہ^۲}{۱۶}\right)$ تقریباً۔
مناسب طریقہ یہی ہے کہ اس خطار کی ضرورت ہی پیدا نہ ہونے پائے۔ یعنے زادیہ اہتزاز کافی چھوٹا ہونا چاہئیے۔

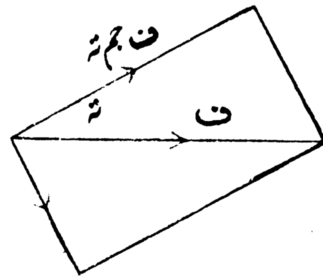
زاویہ میلان کی تعیین سے متعلق چند باتیں

۔ (۱)۔ اکثر مبتدیوں کو اس بات کے سمجھنے میں دقت پیش آتی ہے کہ مائل سوئی جب مقناطیسی نصف النہار کے سوا کسی اور انتصابی مستوی میں حرکت کرسکتی ہے تو زاویہ میلان یعنے سوئی کے مقناطیسی محور اور افق کا درمیانی زاویہ کیوں بڑھ جاتا ہے۔ اگرچہ یہ ایک بدیہی سی بات ہے لیکن مبتدیوں کی دقت رفع کرنے کے لئے مناسب سمجھا گیا کہ اس کو کسیقدر تفصیل کے ساتھ بیان کیا جائے۔ شکل (۱۵ اَ) میں ن زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی سمت ہے۔ اگر سوئی اس انتصابی مستوی میں حرکت کرتی ہے جس میں یہ خط واقع ہے یعنے مقناطیسی

نصف النہار میں، اس پر زمین کے مقناطیسی میدان کا انتصابی جزو لؔ (ملاحظہ ہو شکل ب) اور کامل افقی جزو ف عمل کرینگے اور ان کے زیر اثر سوئی وضع سکون میں (ع) یعنے حاصل مجموعی میدان کی سمت اختیار کریگی۔ ف اور ع کا درمیانی زاویہ مقناطیسی میلان کا زاویہ



(ب)



(لؔ)

شکل (۱۵)

ہوگا۔ اگر سوئی کسی اور انتصابی مستوی میں آزادانہ پھر سکتی ہے مثلاً ایسے مستوی میں جو مقناطیسی نصف النہار کے ساتھ بقدر زاویہ تہ میل رکھتا ہے (شکل لؔ)۔ تو اس مستوی میں افقی میدان صرف ف جم تہ ہے جو ف سے چھوٹا ہے لیکن ساتھ ہی سوئی پر انتصابی سمت میں عمل کرنے والا میدان لؔ وہی ہے جو سابقہ وضع میں عمل کرتا تھا پس اب سوئی کے سکون کی وضع موجودہ حاصل مجموعی میدان کی سمت عَ سے منطبق ہوگی۔ اس صورت میں مقناطیسی میلان کا زاویہ پہلے سے بڑھ جاتا ہے اور جب آزادانہ حرکت کا مستوی مقناطیسی نصف النہار پر علی القوائم واقع ہوتا ہے تو زمین کے افقی میدان کا جزو صفر ہوجاتا ہے اور سوئی

بالآخر انتصابی وضع اختیار کرلیتی ہے۔

(۲) - اگر مائل سوئی کا زاویۂ میلان مقناطیسی نصف النہار سے ته زاویہ پر مائل انتصابی مستوی میں ع۱ ناپا جائے اور اس مستوی کے علی القوائم مستوی میں ع۲ تو حقیقی زاویہ میلان ع اس طرح دریافت ہوسکتا ہے:-

$$\frac{\text{ف جم ته}}{\text{ق}} = \text{مم ع}_{1} \quad \text{اور} \quad \frac{\text{ف جب ته}}{\text{ق}} = \text{مم ع}_{2}$$

$$\text{پس} \quad \frac{\text{ف}^{2}}{\text{ق}^{2}}\,\text{جم}^{2}\,\text{ته} + \frac{\text{ف}^{2}}{\text{ق}^{2}}\,\text{جب}^{2}\,\text{ته} = \text{مم}^{2}\,\text{ع}_{1} + \text{مم}^{2}\,\text{ع}_{2}$$

$$\therefore \quad \frac{\text{ف}^{2}}{\text{ق}^{2}}\left(\text{جم}^{2}\,\text{ته} + \text{جب}^{2}\,\text{ته}\right) = \frac{\text{ف}^{2}}{\text{ق}^{2}} = \text{مم}^{2}\,\text{ع}_{1} + \text{مم}^{2}\,\text{ع}_{2}$$

$$\text{لیکن} \quad \frac{\text{ف}}{\text{ق}} = \text{مم ع}$$

$$\therefore \quad \text{مم}^{2}\,\text{ع} = \text{مم}^{2}\,\text{ع}_{1} + \text{مم}^{2}\,\text{ع}_{2}$$

زمین کی مقناطیسیت کے ظنّی اسباب۔

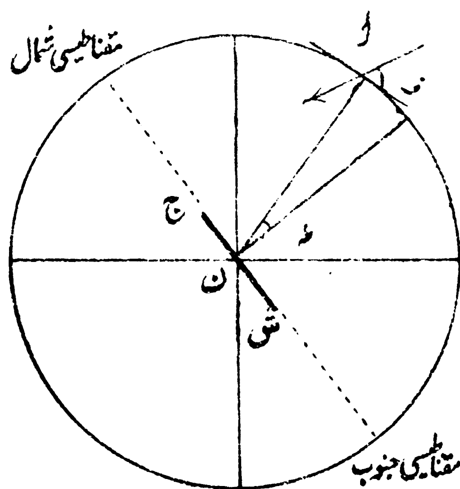
زمین کی مقناطیسیت کے اسباب کے متعلق ہنوز کوئی قطعی رائے قائم نہیں کی جاسکتی تاہم بعض اصولی تحقیقاتوں سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ اس مقناطیسیت کے کئی اسباب ہیں۔ سب سے اہم اسباب زمین کے اندرونی حصہ سے متعلق ہیں۔ یہ اندرونی مقناطیسی نظام یا تو مقنائے ہوئے مادّے پر مشتمل ہے جو ایک پیچیدہ طریقہ پر زمین کے اندر ترتیب پایا ہے یا زمین کے اندرونی حصہ میں بعض برقی رووں کے بہنے کا نتیجہ ہے جس سے مقناطیسی میدان پیدا ہوتا ہے۔

۱۸۳۹ء میں گاؤس نے اس مسئلہ کی نسبت اپنی مشہور تحقیقات کے نتائج

شائع کئے۔ گوٹنجن، میلان اور پیرس میں سے ہوتا ہوا ایک بند حلقہ تجویز کیا گیا تھا۔ اس حلقہ کے محیط پر جا بجا زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت دریافت کی گئی اور اس محیط کے مماس کی سمت میں ان حدتوں کو تحویل کرکے جزو حدت کو جزو طول رقبہ سے ضرب دیا گیا اور سارے محیط کے لئے اس حاصل ضرب کا مجموعہ نکالا گیا تو معلوم ہوا کہ مشاہدات کی خطا کے حدود کے اندر اس حاصل مجموعہ کی قیمت صفر ہے۔ ریاضی کی اصطلاح میں گاؤس کے تجربہ کا نتیجہ یہ نکلا کہ زمین کے افقی مقناطیسی میدان کی حدت کا خطی تکملہ سطح زمین کے ایک بند حلقہ کے محیط پر صفر ہے یعنی ∮ ف جم تہ فرل = ۰ جس میں ف جم تہ محیط کے مماس کی سمت میں افقی میدان کا تحویل شدہ جزو ہے اور فرل محیط کے طول کا جزو ہے۔ پس اس سے ظاہر ہے کہ سطح زمین کے علی القوائم کوئی برقی رو موجود نہیں ہے۔ اگر رو ہوتی تو ∮ ف جم تہ فرل کی قیمت ۴ π را ہوتی جہاں را = برقی رو۔ پس اس سے ظاہر ہے کہ زمین کی مقناطیسیت کے اہم اسباب زمین کے باہر نہیں ہیں بلکہ اس کے اندرونی حصہ ہی میں موجود ہیں۔ بعد کو ۱۸۸۹ء میں شوسٹر (Schuster) نے گاؤس ہی کے تجربہ کو زیادہ احتیاط کے ساتھ وسیع تر پیمانہ پر دوہرایا تو معلوم ہوا کہ زمین کی مقناطیسیت کے کم از کم اس حصہ کے اسباب جو مقناطیسی اجزاء کے روزانہ تغیر سے متعلق ہے، زمین کے باہر موجود ہیں نہ کہ اندر۔ مقناطیسی طوفانوں کے بیان میں طالب علم نے اصل کتاب میں دیکھا ہوگا کہ ان کو آفتاب کے اشعاع کی دوری تبدیلی کے ساتھ خاص قسم کا تعلق ہے۔ پس ہم سر دست یہ لکھ سکتے ہیں کہ زمین کی مقناطیسیت کا بیشتر حصہ اس کے اندرونی مقناطیسی نظاموں سے وابستہ ہے اور

بقیہ حصہ (جو زیادہ تر اس کے مقناطیسی اجزاء کی روزانہ یا سالانہ تبدیلیوں سے متعلق ہے) بیرونی نظاموں مثلاً کرۂ ہوائی کی برقی روؤں وغیرہ کے ساتھ مربوط ہے۔ معہذا آفتاب کی بعض شعاعوں سے بھی زمین کی مقناطیسیت پر اثر پڑتا ہے۔ اور ممکن ہے کہ چاند کا بھی اس پر کچھ اثر محسوس ہو۔

صفحہ (۱۸۴) پر ہم نے بتایا ہے کہ یکساں مقنائے ہوئے کُرے کا مقناطیسی اثر بعینہ ایک چھوٹے مگر طاقتور سلاخی مقناطیس کے مشابہ ہے جو کُرے کے مرکز پر اس کے مقناؤ کی سمت میں رکھا ہوا ہو اور جس کے مقناؤ کی حدت کُرے کے مقناؤ کی حدت کے مساوی ہو۔ اس لحاظ سے ہم زمین کے مرکز پر ایک چھوٹا سلاخی مقناطیس فرض کرسکتے ہیں جس کا محور زمین کے جغرافی محور کے ساتھ ۱۷° پر مائل ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۱۶)۔ سطح زمین پر



شکل (۱۶)

اگر ا کوئی مقام ہے جس کا عرض بلد مقناطیسی خط استوا سے بقدر زاویہ عہ ہو تو مقناطیس کے مقناطیسی معیار اثر کو ا ن کی سمت اور اس کے علی القوائم سمت میں تحویل کرنے سے واضح ہے کہ

ا پر مقناطیسی میدان ا ن کی سمت میں $\frac{۲\, ھ\, جب\, عہ}{ص^۳}$ ہے جس میں

ھ مرکز زمین پر کے فرضی سلاخی مقناطیس کا مقناطیسی معیار اثر ہے (یا خود کرہ زمین کا مقناطیسی معیار اثر اس لئے کہ دونوں ءِ مساوی ہیں) - اور ص کرہ زمین کا نصف قطر ہے - ا ن کے علی القوائم

سمت میں میدان $\frac{ھ\, جم\, عہ}{ص^۳}$ ہے - پس حاصل مجموعی میدان کی سمت کو ا پر کے افقی خط کے ساتھ جو میل (ز) ہے وہی اس جگہ کے مقناطیسی میلان کا زاویہ ہے -

$$\text{اور مس ز} = \frac{\frac{۲\, ھ\, جب\, عہ}{ص^۳}}{\frac{ھ\, جم\, عہ}{ص^۳}} = ۲\, \text{مس عہ}$$

یہ ایک مفید ضابطہ ہے - اس کے ذریعہ ہم کسی مقام کے مقناطیسی میل کے زاویہ کی تقریبی قیمت کا اندازہ لگا سکتے ہیں اس لئے کہ مقناطیسی خط استوا اور جغرافی خط استوا کی وضعوں میں خفیف ہی فرق پایا جاتا ہے -

[مثال بطور حیدرآباد کے مقناطیسی میلان کے زاویہ کی تقریبی قیمت اخذ کی جا سکتی ہے -

مقناطیسی ہم میلانی خطوط کے نقشہ سے حیدرآباد کا مقناطیسی

عرض بلدعہ تقریباً °۱۲ لیا جاسکتا ہے۔

پس مس ز = ۲ مس °۱۲ = ۲ × ۰٫۲۱۲۶ = ۰٫۴۲۵۲ = مس °۲۳ تقریباً

∴ ز = °۲۳ تقریباً

دائرہ میلان کے ذریعہ تجربہ کرنے سے یہ قیمت چنداں غلط نہیں پائی جاتی۔

معہذا اگر ف کی قیمت تقریباً ۰٫۳۶ مانی جائے تو چونکہ

ف/ع = جم ز = ۰٫۹۲ (جس میں ع = حاصل مقناطیسی میدان کی حدت) تو

ع = ۰٫۳۶ / ۰٫۹۲ = ۰٫۳۹

∴ ۰٫۳۹ ص^۳ = م √(۱ + ۳ جب^۲ °۱۲) = م √(۱ + ۳ × ۰٫۰۴۳۳)

= م √۱٫۱۲۹۸ = ۱٫۱۱ م

پس م = (۰٫۳۹ / ۱٫۱۱) ص^۳ = ۰٫۳۵ ص^۳

گاؤس نے م کے لئے جو قیمت متعدد مشاہدات کی بناء پر اخذ کی ہے = ۰٫۳۳ ص^۳۔ پس ظاہر ہے کہ ہمارے تقریبی طریقہ سے جواب چنداں غلط نہیں نکل آتا ہے۔

معہذا چونکہ م = (۴/۳) π ص^۳ ح

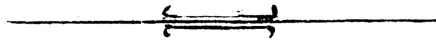
جہاں ح سے مراد مقناؤ کی حدت ہے۔ لہذا

۰٫۳۳ ص^۳ = (۴/۳) π ص^۳ ح

∴ ح = (۰٫۳۳ × ۳) / (π۴) = ۰٫۰۸ تقریباً

لوہا یا فولاد جب مقناطیسیت سے سیر ہو جاتا ہے تو اس کے لئے ح کی قیمت ۱۵۰۰۰ ہوتی ہے۔ اس سے اندازہ ہوسکتا ہے کہ زمین کی مقناؤ کی حدت لوہے کے مقابلہ میں کسقدر کم ہے۔

نوٹ۔ زمین کی مقناطیسیت کی تحقیق میں علاوہ ہمزاوئی خطوط اور ہم میلانی خطوط کے مقناطیسی طول بلد یا ڈوبیری کے خطوط بھی کھینچے جاتے ہیں۔ ان خطوط سے ہر جگہ مقناطیسی نصف النہار کی سمت معلوم ہوتی ہے۔ یہ خطوط بہ نسبت ہمزاوئی خطوط کے زیادہ باقاعدہ ہیں اور مستدق ہوتے ہوئے صرف دو نقطوں پر جاکر ملتے ہیں۔ یہ دو نقطے زمین کے شمالی اور جنوبی مقناطیسی قطب ہیں۔



مقناطیسیت

جوابات

پہلا باب

(۵) - ۱۳٫۵ ڈائین - (۶) $\frac{۸}{۹}$ ڈائین سوئی کے متوازی - (۷) ± ۱۸٫۹۱ ڈائین
(۸) ۵۶۵٫۴ اکائیاں - (۱۰) ۳۳۶٫۱ سم، ۱٫۰۶۷ ڈائین -

دوسرا باب

(۴) ۳۵۴٫۰ س، گ، ت اکائیاں - (۵) ۵٫۶۸ سکنڈ (۷) $\frac{۱}{۴}$ س، گ، ث اکائیاں
(۸) ۲۵ : ۷ (۹) ۵۰٫۴ س، گ، ث اکائیاں
(۱۰) ۹ : ۱۶ (وہی سمت)، ۴۱ : ۱۶ (مخالف سمت) - (۱۱) ۰٫۲۷۸ ڈائین -
(۱۳) (ا) $\frac{۱}{۲}$ ۸۰°، (ب) ۳۶°، (ج) ۳۲° مقناطیس کے محور کے ساتھ -
(۱۴) ۱۲۵۰۰ س، گ، ث اکائیاں - (۱۵) ۲٫۲۳۶ س، گ، ث اکائی -

تیسرا باب

(۷) مس (زاویہ میلان) = ۲ مم (مقناطیسی عرض بلد) - (۸) (ا) ۰٫۶۶۷، (ب) ۴۱°۴۵

(۹) ۲۰۸ء۰ س گ ث اکائی۔
(۱۰) مس (صحیح میلان) = جب لا مس (مشاہدہ شدہ میلان)۔ (۱۱) ۱۸ء۴

چوتھا باب

(۲) مقناطیسی معیار اثر = ۵۰۸ء۱ × ۱۰^۶ س گ ث اکائیاں، ۱ : ۹۸ء۰ کی نسبت سے دقت بدلتا ہے
(۴) ۵۳ء۳۹ س گ ث اکائیاں، ۴ء۱۰۰ س گ ث اکائیاں۔ (۶) ۳۲۰ء۷ س گ ث اکائیاں۔
(۷) ۹۲۶ء۰ – (۸) ۵ء۰۳ × ۱۰^-۴ س گ ث اکائیاں
(۹) ھر = ۲۰۰۰، ق = ۱۰۰، ح = ۱۰۰ س گ ث اکائیاں۔
(۱۰) ھر = ۱۴۷۰ س گ ث اکائیاں، ۲۶۷۰۰ء۰ س گ ث اکائیاں۔
(۱۱) ۵۲۶۰ س گ ث اکائیاں۔ (۱۲) ھر = ۲۵۰۰ س گ ث اکائیاں، ق = ۲۵۰ س گ ث اکائیاں
(۱۳) ۱ء۶۶۷ × ۱۰^۶ ڈائین۔

فہرست اصطلاحات

مقناطیسیت

برائے بی۔ اے

A

Aclinic line	صفر میلان کا خط
Admiralty	دفتر امیر البحر
Agonic line	صفر زاویئی خط
Ampere turns	امپیر چکر
Angular momentum	زاویئی معیار حرکت
Annual variation	سالانہ انصراف
Astronomy	علم ہئیت یا فلکیات
Aurora borealis	نور شمالی
Azimuth	السمت

B

Broadside-on	"آڑی" وضع

C

Coefficient of mutual induction	باہمی امالہ کی قدر
Couple	جفت
Creagh-Osborne compass	کری اوزبورن کمپاس

D

Daily variation	روزانہ انحراف
Diamagnetism	ڈائیا مقناطیسیت یا کم مقناطیسیت
Differential calculus	احصائے تفرقات
Dip circle	مقناطیسی میلان کا دائرہ
Duperrey's lines	ڈوپیرے کے خطوط

E

Edser (Edwin)	(ایڈون) ایڈزر
End-on	"سیدھی" وضع
Equation of time	وقت کی مساوات
Equivalent length of a magnet	مقناطیس کا طول ساوی
Ewing (Sir J.)	سرجیمز ایوینگ

F

Ferromagnetism	لو مقناطیسیت
Flinder's bar	فلنڈرز کی سلاخ

G

Gauss	گاؤس

H

Hysteresis	اختناق

I

Intensity of magnetisation	مقناؤ کی حدت
Inverse-squares law	عکسی مربعوں کا کلیہ
Isoclinic lines	ہم میلانی خطوط
Isodynamic lines	ہمقوت خطوط
Isogonal lines	ہمزاویٔ خطوط

K

Kathode rays	کیتھوڈ (یا زیر برقیری) شعاعیں۔ منفی برق کی شعاعیں
Keeper	محافظ
Kew	کیو

L

Latitude	عرض بلد
Line integral	خطی تکملہ
Line of force	خط قوت
Line of induction	مقناطیسی امالہ کا خط (یا خط امالہ)

Lodestone	چمبک پتھر

M

Magnetic declination	مقناطیسی انحراف
,, dip or inclination	" میلان
,, elements	" عناصر
,, equator	" خط استوا
,, field	" میدان
,, induction	" امالہ
,, meridian	" نصف النہار
,, moment	" معیار اثر
,, potential	" قوۃ
,, resistance (or reluctance)	" مزاحمت
,, saturation	" سیری
,, shell	" خول
,, storm	" طوفان
Magnetisation	مقناد
Magnetite	مقناطیست
Magnetograph	" نگار
Magnetometer	" پیما
Magneto-motive force	مقناطیسی محرکہ (م م)
Molecular theory	سالمی نظریہ
Moment of inertia	جمعود کا معیار اثر (مج)
Mutual energy	باہمی توانائی

N

Nautical almanac	بحری جنتری
Neutral point	تعدیلی نقطہ

O

Observatory	رصدگاہ

P

Parmagnetism	پیرا مقناطیسیت (پُر مقناطیسیت)
Parmeabity	نفوذ پذیری
Pole-strength	قطب کی قیمت (یا قطبی طاقت)
Potential energy	توانائی بالقوہ

Q

Quadrantal variation	ربعی انصراف
Quartz fibre	گار کا ریشہ

R

Radian	نیمقطری
Raduim	ریڈیم

S

Schuster (Sir A,)	سر آرتھر شوسٹر
Secular variation	دہری انصراف
Semicircular variation	نصف دائری انصراف

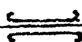
Siberian oval	سائبیریائی بیضادی
Solid angle	مجسم زاویہ
Strength of shell	خول کی طاقت
Susceptibility	تاثیر پذیری
"Swinging the ship"	جہاز کو لنگر کے گرد پھرانا

T

Taylor's theorem	مسئلہ ٹیلر
Torque	مروڑ کا جفت
Torsion	مروڑ
Torsion fibre	″ کا ریشہ
Torsion head	″ ″ ٹوپن
Transit	مرور
Translatory force	انتقالی یا ڈھکیلنے والی قوت

W

Watson (William)	ولیم واٹسن



اغلاط نامہ

مقناطیسیت

برائے بی۔اے

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
		(فہرست مضامین)	
۲	۱۲	نقسے	نقشے
		(اصل کتاب)	
۱	۹	لوہچوں	لوہچوُن
〃	۱۵	〃	〃
۲	۴	〃	〃
۵	۱۶	نہ مقناے	نا مقنائے
۹	۲	نہ برقائی	نا مقنائی
〃	۱۶	نہ	نا
۱۱	۱۵	لوہچوں	لوہچوُن
۱۶	۱۴	(۴۰ء۲	(۴۰ء)
۱۸	۶	سوئاں	سُوئیاں
〃	۱۵	ثقل	ثقل
۲۵	۷	لوہچوں	لوہچوُن

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۳۲	۱۵	شکل (۱۸)	شکل (۱۷)
۳۷	شکل کے نیچے	مقناطیست پیما	مقناطیسیت پیما
۴۱	۷	ہوں ہوں	ہوں
۴۷	۳	گھڑمی	گھڑی
〃	۱۸	اہتزار	اہتزاز
۴۸	۱۶	ترسیم کرو	مُرتسم کرو
۵۶	۱۶	نہ مقنائی	نامِقنائی
۵۸	۱۱	زاو ہئے	زاو یئے
۶۰	شکل میں	اُ	اَ
۶۷	۶	جانے ہیں	جاتے ہیں
۷۵	شکل میں	۲۱۳۶	۲۱۳۹
۸۰	۵	سھولت	سہولت
۸۱	۴	سختی	سُختی
〃	شکل کے نیچے	اور بورن	اوزبورن
۸۴	۱۰	اپسی	ایسی
۸۶	۱۰	جانا ہے	جاتا ہے
۸۸	۹	گو ینج	گرینج
〃	۱۲	۰۱۸۵ر۸	۰ر۱۸۵۱۸
۹۵	۱۹	سطح	سطح
۹۹	۱۸	خطوط خطوط قوت	خطوط، خطوطِ قوت
۱۰۰	۲۰	کر لیجا سکتی	کرلی جاسکتی
۱۰۲	۱۵	مستوئی	مُستوی
〃	۲۱	مائین	مابَین

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۰۸	۱۶	ال	اِن
۱۱۰	۱	نزدیک ایا دُور	نزدیک یا دُور
″	شکل (۵۰) میں ایسے [شکل] مقام پر ک لکھا جائے۔		
″	۲۴	گی سوئی	کی سُوئی
۱۱۱	۴	للینا	لینا
″	۶	(ط$_۱^۲$ - ل^۲)ف	(ط$_۱^۲$ - ل^۲)
″	۱۴	۲ π^۲ ج^۲	۴ π^۲ ج^۲
۱۱۲	۱	مج^۲	مج
″	۲	مج	مج
″	۱۰	ف:	ف ز
۱۱۴	۱۴	مشامدہ	مشاہدہ
۱۲۲	۷	کچھے	لچھے
″	۸	″	″
۱۲۵	۱۲	کمپا ں	کمپاس
۱۳۳	۱۵	۱۲۵۶	۱۲۵۷
۱۳۷	۱۱	معیار اثر	معیارِ اثر
۱۳۸	۵	قوۃ	قوہ
۱۵۰	۳	= مس (تہ + ہ)	= مس (تہ + فہ)
″	۵	- جب^۲ ہ	- جب^۲ تہ
۱۵۲	۹	تہ = ۰ تہ = ۰	تہ = ۰، تہَ = ۰
″	۱۱	تہ = $\frac{\pi}{۲}$ تہَ = $\frac{\pi}{۲}$	تہ = $\frac{\pi}{۲}$، تہَ = $\frac{\pi}{۲}$
″	۱۷	تہ = ۰ تہ = $\frac{\pi}{۲}$	تہ = ۰، تہَ = $\frac{\pi}{۲}$
۱۵۳	۲	تہ = $\frac{\pi}{۲}$ ہ	تہ = $\frac{\pi}{۲}$، تہَ = ۰

صفحہ	سطر	بجائے	پڑھا جائے
۱۵۳	۹	عام۔ وضعوں	عام وضعوں
۱۵۸	۴	تہ =	تہ = ۰
〃	۶	تہ = ۰	تہَ = ۰
〃	۱۴	تعین	تعیین
۱۶۵	۲	مـ مَ / ۲ط	مـ مَ / ۲ط
۱۶۷	۳	ق / ۲ط	ق / ۲ط۱
۱۶۸	۱	=	= ۰
۱۶۹	۱۰	جم تہ = ب ھ / و د	جم تہ = ب ھ / ب د
۱۷۸	۲	شکل (۹۰)	شکل (۹)
۱۸۷	۷	م۲ / م۲	م۲ / م۲۱
۱۹۱	۶	استصابی۲	انتصابی۱
۱۹۳	۵	Aimanac	Almanac
۱۹۶	۱	صفحہ ( )	صفحہ (۴۶)
〃	۲۰	لوٹانے کا	لوٹانے کی
۱۹۷	۱	=	= ۰
〃	۱۳	زاویہ امیں	زاویہ میں
۱۹۸	۱۶	دوران اہتزاز	دورانِ اہتزاز میں
		(فہرستِ اصطلاحات)	
۲	۱۲	طول سادی	طول مساوی
〃	۱۵	سلاح	سلاخ